UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Arquitectura

"Sistemas Solares Passivos na Arquitectura em Portugal"
Os Envidraçados nos Edifícios Residenciais em Lisboa

Márcia Cristina Pereira Tavares

Orientador: Doutor Hélder José Perdigão Gonçalves
Investigador Principal, Laboratório Nacional de Energia e Geologia
Co - orientador: Doutor Jorge Novais Telles Faria Corrêa Bastos
Professor Catedrático, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa

Tese de Doutoramento
Arquitectura, Especialidade Tecnologias da Arquitectura

Júri
Presidente - Reitor da Universidade Técnica de Lisboa
Vogais
Doutor Marcelo de Andrade Romero
Professor Titular, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil
Doutor Vítor Carlos Trindade Abrantes de Almeida
Professor Catedrático, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Doutor Jorge Novais Telles Faria Corrêa Bastos
Professor Catedrático, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
Doutora Maria Luisa de Oliveira Gama Caldas
Professora Catedrática, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
Doutor Jorge Alberto Gil Saraiva
Investigador Coordenador, Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Doutor Hélder José Perdigão Gonçalves
Investigador Principal, Laboratório Nacional de Energia e Geologia
Doutora Maria da Graça Xavier da Fonseca e Costa Bachmann
Professora Auxiliar, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa

2012

Esta Pesquisa de Doutoramento teve o apoio
FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia
LNEG- Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.

RESUMO

O presente estudo procura, para edifícios com grandes áreas de vãos envidraçados, disponibilizar informação relativa às questões de conforto e de consumo de energia para aquecimento e arrefecimento, com particular ênfase em fracções de edifícios residenciais localizados num clima temperado, onde co-existem as duas estações bem diferenciadas tendo-se, neste trabalho, optado por seleccionar edifícios situados na localidade de Lisboa. Tendo em conta, o aumento crescente das áreas de envidraçados em edifícios residenciais, frequentemente superiores a 60% da área das fachadas em que estão inseridos, torna-se de extrema importância avaliar a influência de tais opções arquitectónicas no binómio conforto térmico-energia.

Para o efeito, foi seleccionado um conjunto de unidades habitacionais no parque edificado lisboeta, em que a um dos critérios que presidiu à selecção dos mesmos diz respeito à dimensão da área de vãos. Além deste critério, optou-se também por o universo de estudo ser balizado pela entrada em vigor da primeira Regulamentação Térmica dos Edifícios em Portugal, RCCTE, Decreto de Lei 40/90 de 6 de Fevereiro, em que apenas os edifícios construídos depois de 1990 foram objecto de estudo.

No conjunto seleccionado, 22 fracções, foram levadas a cabo monitorizações, entre 2007 e 2009, nas estações de Verão e de Inverno, conducentes à avaliação das condições interiores em termos da temperatura do ar e humidade relativa, num total de quatro campanhas experimentais.

Com base nos resultados das diversas campanhas de monitorização, e levantamento dimensional e construtivo, foram construídos no software de simulação térmica *EnerguPlus* (E+) modelos detalhados e simplificados à semelhança das unidades monitorizadas, de forma a ter sido considerado neste processo as características de cada unidade habitacional e as condições em que foram monitorizadas. Por fim, foi ainda possível definir e calibrar dois modelos tipológicos capazes de responder e representar um universo mais alargado de soluções: Modelo1 com uma única face exposta e Modelo 2 com duas faces expostas opostas.

Com base nas monitorizações, construção dos modelos e respectiva calibração, foi possível identificar os efeitos e influências de alguns parâmetros no comportamento térmico de fracções com tais características de envidraçados, embora numa fase inicial do trabalho, não tivessem sido extensivamente explorados.

Os modelos simplificados foram utilizados para o desenvolvimento de uma Matriz de soluções e estudos decorrentes, sendo as soluções presentes na Matriz resultantes de diversas combinações entre os elementos constituintes de um sistema passivo de fácil integração num edifício: sistema de ganho directo. As opções da Matriz, foram obtidas a partir da combinação entre os elementos de captação (envolvente não-opaca: envidraçados), armazenamento/amortecimento e retenção (envolvente opaca: massa térmica e isolamento térmico). Para cada elemento da Matriz foram ainda submetidas variações ao nível de: orientação, localização no edifício e estratégias de dissipação de calor - ventilação natural.

Partindo de uma abordagem experimental/numérica foi possível concretizar os objectivos do estudo, e verificar quais são de facto as possibilidades de se obter condições interiores de temperatura que conduzam a menores valores de necessidades de energia para obtenção das condições de conforto térmico, bem como avaliar a influência dos parâmetros contemplados na Matriz (correlacionados com intenções de projecto).

Procura-se deste modo contribuir para a tomada de decisões ainda numa fase inicial de projecto, sendo sempre disponibilizados dados quantitativos e qualitativos de desempenho nas principais estações do ano (temperatura e necessidades energéticas) e de forma integrada em termos anuais.

Palavras-Chave: Sistemas Solares Passivos, Térmica dos Edifícios, Desempenho Térmico e Energético, Conforto, Necessidades de Aquecimento, Necessidades de Arrefecimento, Áreas de Envidraçados, Edifícios Residenciais, Monitorizações em Edifícios, Simulação e Calibração de Modelos.

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide information about the issues of comfort and energy consumption for heating and cooling in buildings with large glazing areas, with particular emphasis on residential building fractions located in temperate climates where the two well differentiated seasons coexist, thus opting to select Buildings located in Lisbon for this study. Taking into account continuous increase of glazing areas in residential buildings, frequently over 60% of the building façade which they belong, the evaluation of such architectural options for the thermal comfort-energy binomial becomes extremely important.

To this end, a set of residential units in the Lisbon built park was selected, where one of the pre-selection criteria for the units concerns the size of the openings areas. In addition to this criterion, it was decided that the study universe be supported by the implementation of the first Building Thermal Regulation in Portugal, RCCTE (by its initials in Portuguese), Law 40/90 of February 6, in which only buildings built after 1990 where study subjects.

Monitoring was conducted between 2007 and 2009 in the selected set, 22 fractions, during the summer and winter seasons, where the air temperature and relative humidity conditions were evaluated during a total of four experimental campaigns.

Based on the results of several monitoring campaigns, detailed and simplified models were developed using the thermal simulation software *EnerguPlus* (E+), in order to insure in this process the characteristics of each housing unit and the conditions under which they were monitored. Finally, it was possible to define and calibrate two typological models capable of responding and representing a broader universe of solutions: Model 1 with only one exposed face and Model 2 with two opposite exposed faces.

Based on the monitoring, models construction and respective calibration, it was possible to identify the effects and influences of some parameters in the fractions thermal behaviour with such glazing characteristics, even though not extensively explored in the study's initial phase.

The simplified models were utilized to develop a solution matrix and subsequent studies. The solutions in the matrix are the result of various constituent elements combinations of an easy integration building Passive Solar System: direct gain system. The matrix options were derived from the combination of the elements of collection (non opaque envelope, glazing), storage and retention (opaque envelope: thermal mass and insulation). Further, each matrix element was subjected to variation in terms of: orientation, building localization and heat dissipation strategies – natural ventilation.

Starting from an experimental/numerical approach it was possible to achieve the objectives of the study, and verify which are in fact the possibilities to obtain interior temperature conditions that leads to lower values of energy needs to obtain thermal comfort, and assess the influence of the parameters included in the matrix (correlated with the intentions of the project).

The study aims to contribute to the decision making at an early stage of the projects with quantitative data and qualitative performance being always available during the year's main seasons (temperature and energetic needs) and integrated in annual terms.

Keywords: Passive Solar Systems, Thermal Buildings, Thermal and Energy Performance, Comfort, Heating Needs, Cooling Needs, Glazing Area, Residential Buildings, Buildings Monitoring, Simulation and Models Calibration

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Hélder José Perdigão Gonçalves, que por anos consecutivos confere-me uma confiança tanto no âmbito pessoal como profissional, agradeço por ter novamente aceitado ser orientador em mais um desafio, e desta vez bem maior que o primeiro.

Ao Doutor Jorge de Novais Telles de Faria Corrêa Bastos, agradeço ter se disponibilizado participar na orientação deste trabalho, bem como a atenção o apoio e estímulo de sempre.

Ao Professor Doutor Marcelo de Andrade Roméro, pelos ensinamentos de base, pela confiança e amizade que assim como o Eng. Jorge Gil Saraiva foram os grandes impulsionadores e responsáveis por acreditar neste desafio.

Ao Eng. Jorge Saraiva ficam registadas as pequenas e as grandes conversas, em cada história muitas histórias, sem as quais o estudo não seria o mesmo.

Agradeço as Instituições envolvidas neste projecto, especialmente à Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, à Fundação para a Ciência e a Tecnologia FCT e Incentivos Públicos à Investigação, pelo apoio e suporte; bem como à Instituição de acolhimento o Laboratório Nacional de Energia e Geologia - LNEG (ex-INETI), a qual disponibilizou recursos importantes para o desenvolvimento e conclusão do estudo.

Aos colegas de Unidade (UEAC-LNEG), agradeço o apoio diário e constante. Em especial agradeço a Susana Camelo que para além de ter contribuído para um texto melhor, foi incansável com um incentivo e cuidado constante. Também agradeço a ajuda especial da Paula Carvalho, bem como os conselhos amigos da Marta Panão.

A Cândida Mendes pelas dicas e suporte informático que auxiliaram na optimização do tempo de trabalho, ao Pedro Horta pelas experiências compartilhadas relativamente ao software de simulação térmica adoptado, a Doutora Maria João Carvalho por permitir o acesso e ceder dados de relativa importância; assim como agradeço a todos os profissionais, colegas e amigos que de alguma forma contribuíram para este estudo.

Aos profissionais arquitectos dos ateliês, Aires e Mateus, Intergaup, Frederico Valsassina (FVArquitectos), agradeço a atenção e a cordialidade ao terem disponibilizado os elementos de projecto necessários e importantes para o desenvolvimento do trabalho. Aos moradores dos edifícios Navitejo, Pertejo, Alcânta-Rio e Jardins de São Bartolomeu, agradeço a receptividade e o acolhimento.

Aos meus pais agradeço o amor, a dedicação, os ensinamentos e a educação que transmitiram, pois sem esta combinação não teria conseguido insistir, persistir, resistir e prosseguir. Ao meu pai agradeço a demonstração da força do trabalho e a minha mãe a integridade e a verdade.

A Avó mais deliciosamente perfumada, uma referência de força da mulher, de coragem, sabedoria e doçura, agradeço o aconchego e todas as preces constantes.

Agradeço a minha família e amigos, em especial a família Silva por ter-me acolhido com tanto carinho, bem como agradeço a minha irmã Sílvia e ao meu cunhado Angel que para além do bem-querer encheram a minha vida de alegria com a preciosa Clarinha.

Ao Rui dedico este trabalho simplesmente por tudo!

ÍNDICE

Capítulo I – Introdução

Capítulo II – Monitorizações

Capítulo III – Simulações e Calibração de Modelos

Capítulo IV – Variações Paramétricas e Análise Resultados

ÍNDICE REMISSIVO

Capítulo I

Capítulo II

Capítulo III

Capítulo IV

Capítulo V

ACRÓNIMOS

RCCTE	Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
DGGE/DGEG	Direcção Geral de Energia e geologia
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
EU	União Europeia
URE	Uso Racional de Energia
SSP	Sistema Solar Passivo
S	Sul
E	Este
O/W	Oeste
N	Norte
SE-NW	Sudeste-Noroeste
SW-NE	Sudoeste-Nordeste
SSE-NNW	Susudeste-Nornoroeste
SSW-NNE	Susudoeste-Nornordeste
GDD	Graus Dia de Desconforto
GDDarrefec.	Graus Dia de Desconforto de Arrefecimento
GDDaquec.	Graus Dia de Desconforto de Aquecimento
FF	Factor de Forma
SGG	Saint Gobain Glass

NOMENCLATURAS

U	Coeficiente de Transmissão Térmica
Tc	Temperatura de Conforto
Tint.	Temperatura Interior
Text.	Temperatura Exterior
Tmed.	Temperatura Média

Tmin.	Temperatura Mínima
Tmáx.	Temperatura Máxima
Tmed. Min.	Temperatura Média Mínima
Tmed. Máx.	Temperatura Média Máxima
Tmonit.	Temperatura obtida por Monitorização
Tsimul.	Temperatura obtida por Simulação
Tref	Temperatura de referência
Tvar	Temperatura obtida na solução sob determinada variação paramétrica
HR	Humidade Relativa
Dif. Média	Diferença Média entre valores de temperatura num determinado período
Dif. Min.	Diferença Mínima entre valores de temperatura num determinado período
Dif. Máx	Diferença Máxima entre valores de temperatura num determinado período
NI	Necessidades de Inverno - Aquecimento
NV	Necessidades de Verão - Arrefecimento
H/Hab	Unidade Habitacional
Aenv	Área de Envidraçado
Apav e Apavto	Área de Pavimento
Afachada	Área da Fachada Exterior
Aenv/Apav	Relação entre a Área de Envidraçado e a Área de Pavimento
Aenv/Afachada	Relação entre a Área de Envidraçado e a Área da Fachada em que o envidraçado em questão está inserido
n.s.a	Sem resposta
E+	Software de Simulação Térmica EnergyPlus
Z1	Zona 1, dos modelos geométricos construídos no E+
Z2	Zona 2, dos modelos geométricos construídos no E+
V1	Vidro Duplo Incolor
V2	Vidro Duplo de Baixa Emissividade
Mint.	Massa Térmica Interior
Rph	Número de Renovações de Ar por Hora
Rph Noc.	Contemplação de Ventilação Natural no Período Nocturno

GLOSSÁRIO
(Definições baseadas no Dec.Lei 80/2006 *[6]*)

Amplitude Térmica – É o valor médio das diferenças registadas entre as temperaturas máxima e mínima diárias.

Área de cobertura exterior – É a área, dos elementos opacos da envolvente horizontal ou com inclinação inferior a 60° que separam o espaço interior do exterior.

Área de paredes exteriores – É a área, dos elementos opacos da envolvente vertical ou com inclinação superior a 60° que separam o espaço interior do exterior.

Área de vãos envidraçados – É a área, das zonas não opacas (transparentes) da envolvente de um edifício (ou fracção autónoma/unidade habitacional), incluindo os respectivos caixilhos.

Área de pavimento – É a soma das áreas, medidas em planta, de todos os compartimentos de uma fracção autónoma de um edifício.

Coeficiente de transmissão térmica de um elemento da envolvente – É a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa.

Condutibilidade térmica – é uma propriedade térmica típica de um material homogéneo que é igual à quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma camada de espessura e área unitárias desse material por unidade de diferença de temperatura entre as duas faces.

Compartimentos ou ambientes – correspondem a partes de uma fracção autónoma (unidade habitacional), as quais podem destinar-se a diferentes utilizações (comer, dormir, estar…).

Energia final – Energia disponibilizada aos utilizadores sob diferentes forma (electricidade, gás natural, propano ou butano, biomassa, etc.) e expressa em unidades com significado comercial (kWh, m³, Kg,...).

Energia primária – Recurso energético que se encontra disponível na natureza (petróleo, gás natural, energia hídrica, energia eólica, biomassa, solar). Exprime-se normalmente, em termos da massa equivalente de petróleo (quilograma equivalente de petróleo – Kgep – ou tonelada equivalente de petróleo – tep). Há formas de energia primária (gás natural, lenha, Sol) que também podem ser disponibilizadas directamente aos utilizadores, coincidindo nesses casos com a energia final.

Energia renovável – Energia proveniente do Sol, utilizada sob forma de luz, de energia térmica ou de electricidade fotovoltaica, da biomassa, do vento, da geotermia ou das ondas e marés

Energia, de aquecimento ou de arrefecimento – É a energia-calor fornecida ou retirada de um espaço interior.

Envolvente exterior – Conjunto dos elementos do edifício (ou da fracção autónoma) que estabelecem a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior.

Envolvente opaca: conjunto de elementos opacos da envolvente exterior (correspondentes as paredes e cobertura exteriores).

Envolvente não-opaca: conjunto de elementos transparentes da envolvente exterior.

Estação convencional de aquecimento – É o período do ano com início no primeiro decénio posterior a 1 de Outubro em que, para cada localidade, a temperatura média diária á inferior a 15°C e com termo no último decénio anterior a 31 de Maio em que a referida temperatura ainda é inferior a 15°C.

Estação convencional de arrefecimento – É o conjunto dos 4 meses de Verão (Junho, Julho, Agosto e Setembro) em que é maior a probabilidade de ocorrência de temperaturas exteriores elevadas que possam exigir arrefecimento ambiente em edifícios com pequenas cargas internas.

Factor de forma (FF) – é o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior (Aext) do edifício ou fracção autónoma com exigências térmicas e o respectivo volume interior (V) correspondente, conforme a fórmula seguinte: FF= Aext / V

Ganhos térmicos – É a fracção dos ganhos solares captados e dos ganhos internos que contribuem para o aquecimento do ambiente.

Factor solar de um vidro – É o quociente entre a energia solar transmitida através do vidro para o interior e a energia solar nele incidente.

Fracção autónoma – Entende-se por fracção autónoma (segundo o DL/80 de 2006), cada uma das partes de um edifício (unidade habitacional) dotadas de um contador individual de consumo de energia, separada do resto do edifício por uma barreira física contínua, e cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente. Observação: Nos edifícios com uma única fracção autónoma constituídos por corpos distintos, as exigências regulamentares são verificadas por corpo.

Graus-dias de aquecimento (base 20°C) – É um número que caracteriza a severidade de um clima durante a estação de aquecimento e que é igual ao somatório das diferenças registadas entre uma dada temperatura de base (20°C) e a temperatura do ar exterior durante a estação de aquecimento. As diferenças são calculadas com base nos valores horários da temperatura do ar.

Graus-dias de arrefecimento (base 25°C) – É um número que caracteriza a severidade de um clima durante a estação de arrefecimento e que é igual ao somatório das diferenças registadas entre uma dada temperatura de base (25°C) e a temperatura do ar exterior durante a estação de arrefecimento. As diferenças são calculadas com base nos valores horários da temperatura do ar.

Isolante Térmico – Material de condutibilidade térmica inferior a 0,065 W/m.°C, ou cuja resistência térmica é superior a 0,30 m². °C/W.

Necessidades de aquecimento – É o parâmetro que exprime a quantidade de energia necessária para manter em permanência um edifício ou uma fracção autónoma a uma temperatura interior de referência durante a estação de aquecimento.

Necessidades de arrefecimento – É o parâmetro que exprime a quantidade de energia necessária para manter em permanência um edifício ou uma fracção autónoma a uma temperatura interior de referência durante a estação de arrefecimento.

Necessidades globais – Exprime a quantidade de energia correspondente à soma das necessidades de aquecimento e de arrefecimento.

Pé-direito – É a altura média, medida pelo interior, entre o pavimento e o tecto de uma fracção autónoma de um edifício.

Resistência térmica de um elemento de construção – É o inverso da quantidade de calor por unidade de tempo e por unidade de área que atravessa o elemento de construção por unidade de diferença de temperatura entre as suas duas faces.

Resistência térmica total – É o inverso do coeficiente de transmissão térmica.

Sistema de climatização – equipamento para a produção de frio ou de calor.

Taxa de renovação do ar – É o caudal horário de entrada de ar novo num edifício ou fracção autónoma, para renovação do ar interior, expresso em múltiplos do volume interior útil do edifício ou da fracção autónoma.

Unidade Habitacional: corresponde a uma fracção autónoma ou a um corpo de um edifício, sendo este(s) composto(s) por um conjunto de compartimentos/ambientes.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Na investigação associada a esta tese de doutoramento procurou-se interligar aspectos da Arquitectura e da Térmica dos Edifícios por forma a permitir que esta pudesse de facto vir a ser um contributo para a prática dos arquitectos no campo do estudo proposto.

Desta forma, o presente estudo teve em consideração alguns aspectos relacionados com o panorama energético nacional no contexto europeu, assim como as possíveis contribuições que o sector dos edifícios pode representar quanto as estratégias de limitações dos gases de efeito estufa para 2020-2050 (políticas de redução do carbono); isto tendo em conta que em Portugal, o sector dos edifícios corresponde a um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa.

Os elementos transparentes, ou seja, a envolvente não-opaca (vãos envidraçados – presença na envolvente de vidros e outros materiais transparentes e translúcidos essenciais para o sucesso da maior parte dos sistemas solares passivos), são determinantes nas trocas térmicas de uma edificação e, correspondem ao elemento da envolvente do edifício que apresenta um maior grau de flexibilidade e de adaptação às variações climáticas na medida em que proporcionam um maior controlo da radiação, ventilação e da iluminação natural.

Tendo em conta que o comportamento térmico de um edifício depende ainda de factores tais como: sistemas de controlo e protecção junto aos envidraçados, inércia térmica, nível de isolamento térmico do edifício, procurou-se fazer uma avaliação de diferentes casos de estudo por forma a relacionar aquelas variáveis, importa ainda referir que constituem os diferentes elementos de um Sistema Solar Passivo.

Nas últimas décadas tem-se verificado um crescente interesse e aplicação do vidro na construção, devido aos avanços no desenvolvimento da produção do material vidro, associado a um aumento das áreas de vãos envidraçados nas fachadas dos edifícios do parque edificado nacional, não só nos edifícios de serviços onde é mais comum o emprego deste material em grande escala, mas também, nos edifícios residenciais com cerca de 60%-85% da fachada (edifícios com grandes áreas de envidraçados).

A questão que se coloca é se será de facto possível obter e, quais as soluções, que conduzem a condições interiores dentro de determinados limites de temperatura do ar interior e simultaneamente conduzir a menores dispêndios de energia, em edifícios residenciais com grandes áreas de envidraçados e, deste modo, fornecer ao profissional arquitecto linhas de orientação que permitam: consultar, observar e comparar diferentes opções de forma qualitativa e quantitativa sob as condições de Verão e de Inverno bem como de uma forma integrada em termos anuais.

De acordo com os aspectos e preocupações referidas, o estudo foi desenvolvido em diferentes etapas: identificação do problema, selecção de casos de estudo, monitorizações das fracções seleccionadas ao longo de diferentes campanhas no Verão e no Inverno. Além da avaliação experimental, foi levada a cabo todo um conjunto de simulações: construção de modelos detalhados (referentes às fracções monitorizadas), e desenvolvimento de modelos simplificados. Os modelos detalhados foram calibrados com os dados resultantes das monitorizações e com base nos Modelos Simplificados foi contituida uma Matriz de soluções. A análise de resultados foi feita em termos das necessidades de energia (aquecimento e arrefecimento) e da temperatura do ar (evolução das temperaturas ao longo de um ano, graus dia de desconforto em diferentes bases de temperatura, número de horas de desconforto, temperatura máxima e mínima absolutas, média das temperaturas máximas médias e mínimas).

Assim, para este estudo foram seleccionados edifícios do parque edificado de Lisboa, os quais apresentam determinadas características relevantes, sendo estas intrinsecamente relacionadas com a construção e a arquitectura praticada nos últimos anos. Estes edifícios apresentam grandes superfícies envidraçadas (edifícios com áreas de envidraçados superiores a 60% da fachada principal), sendo estes também seleccionados por constituirem exemplo de integração de Sistemas Passivo de Ganho Directo (captação da radiação solar a partir dos vãos envidraçados quando, orientados e dimensionados adequadamente).

Somente a partir de uma apreciação mais pormenorizada dos edifícios e fracções seleccionadas, com o apoio dos projectos de arquitectura cedidos pelos ateliers e respectivos arquitectos responsáveis, foi possível dar continuidade aos estudos com a realização de campanhas de monitorizações, que permitiram, a partir de situações reais e concretas, avaliar o comportamento térmico de soluções com grandes áreas de envidraçados, bem como a influência de alguns parâmetros.

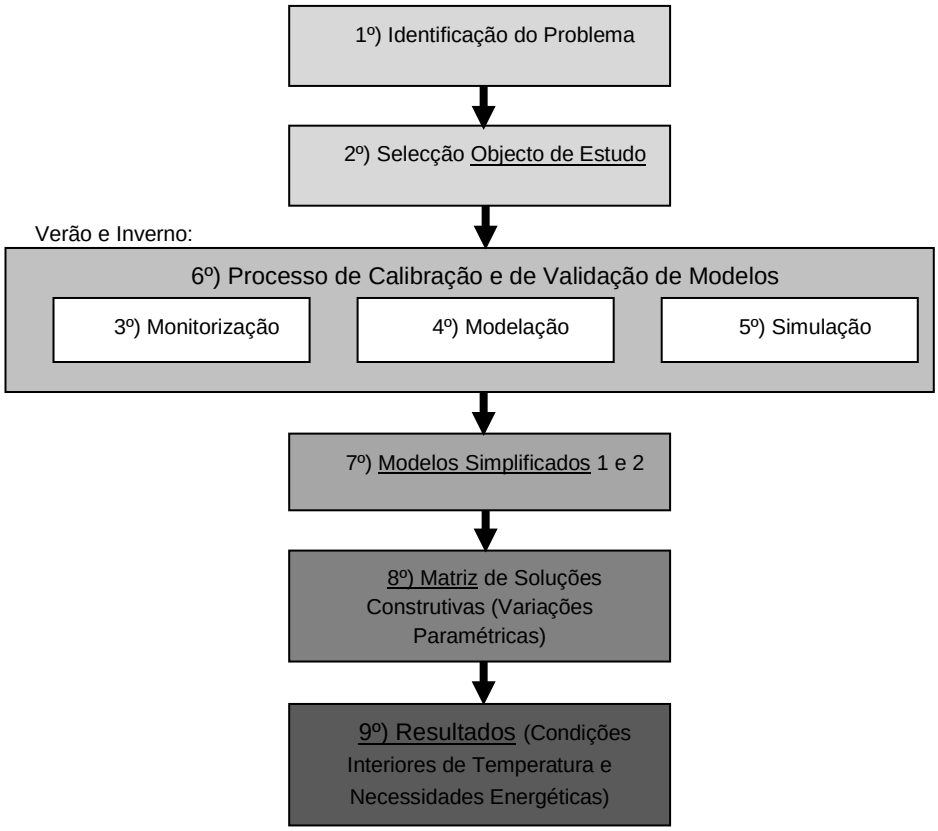


Figura 1.1: Esquema Etapas desenvolvidas nos Estudos de Doutoramento.

As monitorizações foram realizadas *in loco* em diferentes fracções seleccionadas (em mais de 20 unidades), durante as estações de Verão e de Inverno ao longo dos anos de 2007, 2008 e 2009. Para as medições (monitorizações) procurou-se seleccionar (sempre que possível) em cada um dos edifícios adoptados para estudo, unidades habitacionais de mesma tipologia e de plantas semelhantes. Na maior parte dos edifícios foi possível monitorizar apartamentos semelhantes porém com disposições solares distintas e diferentes localizações no próprio edifício (andar intermédio e andar cobertura).

Durante as monitorizações foram instalados no interior das fracções sensores de temperatura e de humidade relativa tendo sido também registado, durante as medições, através de um inquérito direccionado às questões de conforto térmico, o padrão de ocupação e de utilização de cada unidade habitacional e a opinião dos moradores. As condições climáticas exteriores foram registadas na Estação Meteorológica localizada no Edifício Solar XXI no Campus do Lumiar do LNEG- Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. Assim, obteve-se um conjunto de dados e informações importantes para a compreensão do comportamento térmico e energético de unidades com grandes áreas de envidraçados, de forma a servir de base para as fases subsequentes do estudo.

A partir das informações obtidas no processo de monitorização foi possível construir no software de simulação térmica um Modelo Detalhado representativo de cada uma das fracções. Nos Modelos Detalhados teve-se em consideração as características das unidades habitacionais e as condições em que estas foram monitorizadas durante o Verão e o Inverno. Os resultados obtidos a partir das simulações foram comparados com os resultados

obtidos ao longo das monitorizações o que corresponde ao processo identificado como Processo de Calibração dos Modelos Detalhados (verificação da reproductibilidade das condições interiores obtidas por monitorização).

Após a conclusão do Processo de Calibração dos Modelos Detalhados foram elaborados 2 Modelos Simplificados (Modelo Simplificado 1 com uma face exposta e o Modelo Simplificado 2 com duas faces expostas opostas). Estes modelos Simplificados também foram verificados em termos de desempenho térmico demonstrando a capacidade de responderem a semelhança dos diferentes Modelos Detalhados. Ainda para verificar a capacidade de resposta dos Modelos Simplificados 1 e 2, foram efectuadas variações paramétricas sobre estes e sobre alguns dos modelos detalhados correspondentes, permitindo assim verificar se estes responderam de forma semelhante às diferentes variações paramétricas efectuadas.

Assim, através do processo de monitorização (verificação da influência de alguns parâmetros sobre as condições obtidas *in loco*), associada à simulação e à calibração de modelos (realização de variações paramétricas nos modelos detalhados e simplificados), foi possível adquirir sensibilidade e hierarquizar os parâmetros de maior e menor influência no comportamento térmico de unidades com tais características de envidraçados.

Com os dois Modelos Simplificados testados, deu-se início a elaboração de uma Matriz de soluções construtivas, com um espectro de soluções mais alargado do que a amostra inicial tomada como objecto de monitorização, e a qual reúne diferentes soluções que possam representar as soluções correntes na construção nacional com aspectos de interesse do profissional arquitecto. As diferentes soluções presentes na Matriz com os Modelos Simplificados 1 e 2 (as quais tiveram em consideração os diferentes elementos que constituem um Sistema Solar Passivo) foram simuladas também com o apoio do software de simulação *EnergyPlus* (E+), tendo sido obtido dados de temperatura e de necessidades (aquecimento e arrefecimento) para cada uma das mesmas.

Para que o profissional interessado possa vir a aceder e consultar os dados obtidos (a partir das simulações efectuadas para as diferentes soluções presentes na Matriz), também foi desenvolvida uma base de dados capaz de disponibilizar os mesmos. Nesta é apresentado um conjunto de informações dispostas em gráficos os quais possibilitam o utilizador comparar diferentes soluções, tanto no que se refere aos dados relativos a Temperatura (evolução das temperaturas ao longo de um ano, graus dia de desconforto em diferentes bases de temperatura, número de horas de desconforto, temperatura máxima e mínima absolutas, média das temperaturas máximas médias e mínimas, e outros), bem como os de Necessidades (necessidades de aquecimento, necessidades de arrefecimento e outros). Desta fora o utilizador obtém de uma forma rápida e directa elementos suficientes para perceber e avaliar as soluções de interesse.

1.2 Enquadramento

1.2.1 Panorama Energético

Os edifícios em Portugal correspondem a um sector de relativa importância económica, pois estes representam cerca de 30% do consumo de energia final do País, e são responsáveis por 60% do consumo eléctrico *[1];* desta forma colocando este sector dos edifícios como o segundo responsável em termos das emissões de gases de efeito estufa *[2]*.

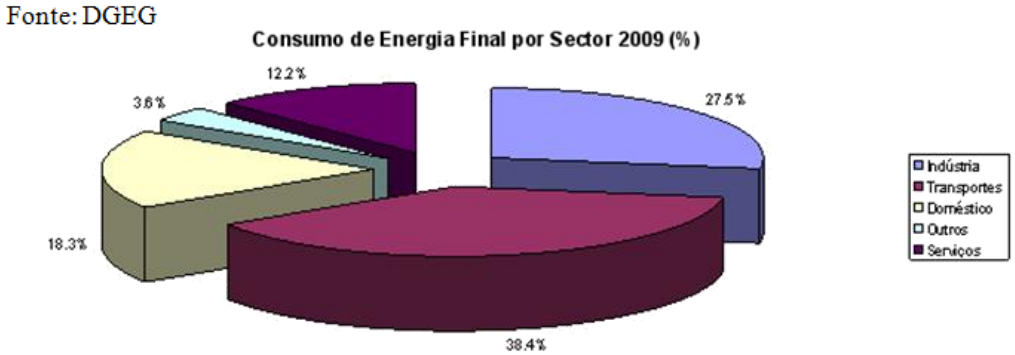


Figura 1.2: Gráfico Consumo de Energia Final por Sector em Portugal. Dados *DGEG (2009). [3]*

Entretanto Portugal produz apenas uma pequena parcela da energia que consome, sendo esta parcela de aproximadamente 15% *[3]* como demonstrado na Figura 1.3, e a média anual dos consumos tende a aumentar a medida que também aumenta a procura de melhores condições de conforto e da qualidade dos edifícios, resultando em preocupações económicas e sócio - ambientais. Nesta vertente um aspecto importante, principalmente no consumo do sector residencial, é a parcela destinada ao conforto térmico (para aquecimento e para arrefecimento). Desta forma é fundamental o aumento da eficiência no consumo de energia e o aproveitamento do potencial de energias renováveis em Portugal, e que os edifícios sejam concebidos de forma a maximizar o seu desempenho térmico energético e a minimizar os consumos e as emissões de gases de efeito estufa.

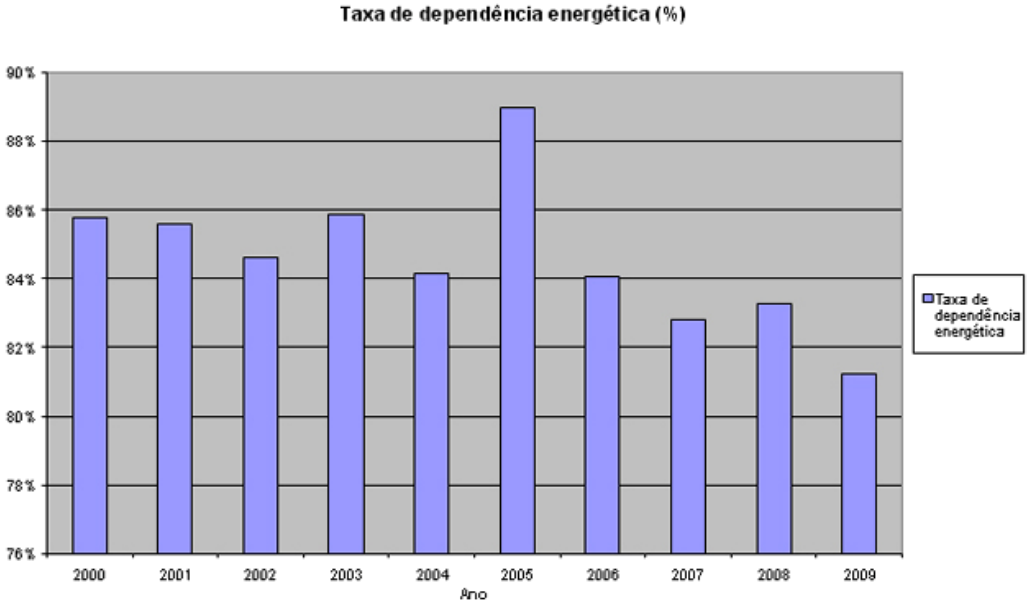


Figura 1.3: Gráfico Taxa de Dependência Energética em Portugal. Dados *DGEG (2009). [3]*

Portugal nesta última década obrigou-se a tomar medidas necessárias para limitar a produção de GEE (gases de efeito estufa), como:

- O Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) *[4]*, tendo sido um programa de grande contributo no cumprimento dos compromissos assumidos pelo País ao assinar o Protocolo de Quioto.

- A partir de um conjunto de medidas presentes na Directiva do "Desempenho Energético dos Edifícios" [2002/91/CE] *[5]* para os Estados Membros, foram elaborados dois documentos [Dec.Lei 80/2006;79/2006] *[6] [7]*, os quais correspondem aos actuais regulamentos energéticos para edifícios em Portugal (edifícios residenciais e de serviços). As medidas para melhorar o desempenho energético dos edifícios tiveram em conta as condições climáticas locais, o ambiente interior e a rentabilidade económica, de forma a ter-se estabelecido nestes documentos requisitos mínimos de qualidade (conforto térmico e qualidade do ar) para edifícios a construir e existentes. Para além dos documentos já mencionados, outro documento de grande importância para todos os cidadãos em geral foi o correspondente a implementação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios [Dec.Lei 78/2006] *[8]*.

- Em 2008 foi publicado, o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015 [Resolução do CM nº 80/2008 de 20 de Maio de 2008] *[9]*, constituindo um importante documento de Politicas Públicas, um instrumento de eficiência energética a todos os sectores com um conjunto de programas e medidas de grande importância para o País. Tendo sido este resultante da Directiva Europeia relativa à Eficiência na utilização final de energia e serviços energéticos [2006/32/CE] *[10]*, a qual estabeleceu aos Estados membros publicarem o Plano de Acção para Eficiência Energética, estabelecendo metas de redução de pelo menos 1% de poupança de energia por ano até 2016.

No início de 2010, a comissão europeia lançou a Estratégia Europa 2020 [EU 2020 Targets] *[11]*, nesta estratégia os Países Europeus procuram respostas conjuntas, tendo três vectores principais (crescimento inteligente, sustentável e inclusivo). As Metas da UE para o crescimento sustentável incluem redução dos GEE em 20% até 2020; 20% da energia consumida ser proveniente de fontes renováveis; e aumentar em 20% a eficiência energética.

Entretanto a Comissão Europeia está a olhar para além dos objectivos apresentados na estratégia Europa 2020, de forma a estabelecer um plano intitulado "Roteiro de transição para uma economia de baixo carbono competitivo em 2050" *[12]* ; sendo que neste contexto o ambiente construído oferece baixo custo e oportunidades a curto prazo para reduzir as emissões. Desta forma contando com sectores responsáveis pelas emissões na Europa, incluindo o sector dos edifícios para a realização desta transição.

Tendo em conta a necessidade de uma política de baixo carbono a preços acessíveis e competitivos, a União Europeia (UE) está enfrentando o desafio de transformar o seu sistema energético de forma integral; sendo esta a principal ideia do Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias Energéticas (Plano SET) *[13]*; para além de outras iniciativas o Plano SET inclui iniciativas de Eficiência Energética com vista a promover cidades Inteligentes (*Smart Cities*) incentivando o progresso em cidades e regiões com uma nova geração de edifícios.

Nesta política carbono zero, encontra-se a proposta de revisão da Directiva do Desempenho Energético dos Edifícios (Recast of EPBD) *[14]*, a qual preconiza que os edifícios a construir deverão em 2018 ter baixas ou zero emissões de dióxido de carbono e baixo ou zero consumo de energia primária. Para tal é preciso melhorar nos edifícios a eficiência dos sistemas energéticos (melhores sistemas de arrefecimento, aquecimento, ventilação, e iluminação). Entretanto para chegar a "zero" requer um uso intensivo de fontes de energia renováveis: aquecimento solar, arrefecimento solar, energia solar fotovoltaica, biocombustíveis e outras fontes de geração de energia limpa.

A versão revista da Directiva Europeia para o Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) já foi publicada no Jornal Oficial da União Europeia, de forma que os Estados-Membros têm, cerca de dois anos para transpor o documento para a legislação nacional. Este vem reforçar as exigências mínimas para os edifícios, no âmbito da eficiência energética. Em relação à versão anterior, aprovada em 2002, a revisão da Directiva traz alterações significativas; uma das novidades é a introdução do conceito "edifícios com necessidades quase nulas de energia", obrigando a que, o mais tardar em 31 de Dezembro de 2020, todos os novos edifícios tenham desempenhos energéticos muito elevados, sendo que as suas necessidades de energia quase nulas deverão ser cobertas por fontes de energias renováveis.

Desta forma, a tentativa de alcançar o "zero", conduz a soluções conectadas (em rede) que optimizam a distribuição de energia, geração e armazenamento, "rede zero" (abordagem NZEBs), tendo como foco a obtenção de um balanço anual entre a oferta e a demanda de energia; isto através da interacção com as redes de electricidade e outras utilidades, tais como sistemas de energia da comunidade [Net Zero Energy Buildings-IEA Task 40] *[15]*.

Assim pretende-se verificar num futuro próximo (2020), uma mudança significativa na área dos edifícios e da sua integração no ambiente urbano, com grande impacto na vida dos cidadãos e da economia do País, tendo o profissional arquitecto papel fundamental na obtenção destes objectivos tanto a curto como a longo prazo. Portanto estas preocupações não podem ser ignoradas, mas sim compreendidas e aplicadas nos projectos futuros.

1.2.1.1 Comissão Europeia – Europa 2020 *[11]*

Europa 2020 é a estratégia de crescimento da UE para a próxima década. Num mundo em mudança o actual presidente da Comunidade Europeia afirma a necessidade de que a UE se torne inteligente, sustentável e com uma economia inclusiva. Estas três prioridades que se reforçam mutuamente devem ajudar a UE e os Estados-Membros produzirem níveis elevados de produtividade, emprego e coesão social.

Concretamente, a União fixou cinco objectivos ambiciosos a ser atingido em 2020: emprego, inovação, educação, inclusão social e do clima/energia. Cada Estado-Membro deverá adoptar as suas próprias metas nacionais em cada uma dessas áreas. As acções concretas a nível comunitário e nacional estarão na base da estratégia.

O crescimento sustentável significa neste contexto, a construção de uma economia mais competitiva de baixo carbono com uso eficiente e sustentável dos recursos, assim protegendo o meio ambiente de forma a evitar a perda da biodiversidade; isto ao mesmo tempo que promove a liderança da Europa no desenvolvimento de novas tecnologias verdes e métodos de produção, contando assim com a introdução eficiente de redes eléctricas inteligentes (*smart grids*) à escala da UE para dar as empresas (especialmente pequenas empresas industriais) uma vantagem competitiva adicional com uma melhoria do ambiente empresarial auxiliando os consumidores a fazerem escolhas bem informadas.

Metas da UE para o crescimento sustentável incluem:

1. Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 20% relativamente aos níveis de 1990 até 2020. A UE está disposta a ir mais longe e reduzir em 30% se outros países desenvolvidos assumirem compromissos semelhantes e os países em desenvolvimento contribuírem de acordo com suas possibilidades, isto como parte de um acordo global e abrangente;

2. Aumento da quota das energias renováveis no consumo final de energia até 20%;

3. Avançar para um aumento de 20% na eficiência energética;

Para apoiar a mudança a um recurso eficiente, uma economia de baixo carbono, o crescimento económico europeu deve considerar os recursos e o uso de energia por: redução das emissões de CO2; promoção de uma maior segurança energética; e redução da intensidade de recursos utilizados e consumidos.

Segundo a Comissão Europeia (Europa 2020) a Europa precisa de um crescimento sustentável, devido:

1. A dependência excessiva dos combustíveis fósseis (dependência de petróleo, gás e carvão): deixa os consumidores e as empresas vulneráveis a choques de preços prejudiciais e onerosos, a qual ameaça a segurança económica, e contribui para as alterações climáticas.

2. A competição global por recursos naturais que irá intensificar e exercer pressão sobre o meio ambiente. A UE pode ajudar a reduzir essas pressões através das suas políticas de desenvolvimento sustentável.

3. As mudanças climáticas, pois para atingir as metas climáticas estabelecidas, é preciso reduzir as emissões de forma mais rápida e dominar as novas tecnologias.

4. A UE necessitar de melhorar a sua produtividade e competitividade. Deve manter a sua liderança em iniciativas de soluções verdes. Ao atingir as metas propostas pode economizar € 60 bilhões em conta da Europa relativamente as importações de petróleo e de gás até 2020.

5. Avançar na integração do mercado energético europeu pode aumentar o PIB em 0,6%para 0,8%. Num plano onde 20% das necessidades energéticas da Europa sejam provenientes de fontes renováveis poderá ser gerado mais de 600 000 postos de trabalho na EU.

1.2.1.2 Roteiro de transição para uma economia de reduções de carbono em 2050 – *European Commission Climate Action" [12]*

A União Europeia está a fazer esforços concretos para reduzir as suas emissões de gases de efeito estufa. Durante as últimas duas décadas, as emissões caíram 16%, enquanto a economia cresceu cerca de 40% sobre o mesmo período. Se as políticas actuais forem implementadas, a UE estará no bom caminho para atingir os seus objectivos para 2020 em reduzir as emissões em 20% comparativamente com os níveis de 1990, e o aumento da quota das energias renováveis em 20%. Entretanto para atingir os objectivos estabelecidos 2020 com uma melhoria da eficiência energética em 20%, muito mais esforços serão necessários.

Com o seu "Roteiro de transição para uma economia de baixo carbono competitivo em 2050", a Comissão Europeia está a olhar para além dos objectivos estabelecidos para 2020, estabelecendo assim um plano para atingir um objectivo a longo prazo na redução das emissões domésticas em 80% a 95% até meados do século, tal como acordado pelos Chefes de Estado e de Governos. Este roteiro conta com os sectores responsáveis pelas emissões na Europa (a geração de energia, indústria, transportes, edifícios e construções, bem como a agricultura) para realizar a transição de uma economia de baixo carbono nas próximas décadas.

A fim de se ter uma boa oportunidade de manter o aquecimento global abaixo dos 2°C seria necessário que que todos os países desenvolvidos reduzam as emissões em 80-95%. Sem este esforço (acção climática), as temperaturas podem aumentar em até 4°C até 2100.

Como parte da estratégia Europa 2020 para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, o Roteiro de transição para uma economia de baixo carbono competitivo em 2050 está a contribuir para a iniciativa emblemática e eficiente dos recursos destinados a Europa, para assim colocar a UE em curso para a utilização dos recursos numa forma sustentável.

O factor-chave para essa transição será a eficiência energética. Em 2050, o sector de energia, as famílias e as empresas poderão reduzir o seu consumo de energia em cerca de 30% em relação a 2005, enquanto desfruta ao mesmo tempo de serviços energéticos (maior oferta e de melhor qualidade).

Mais energia produzida localmente com uso principalmente a partir de fontes renováveis. Como resultado a UE seria menos dependente das importações caras de petróleo e gás , sendo a economia menos vulnerável ao aumento dos preços do petróleo. Em média, a UE poderia economizar € 175-320000000000 anualmente em custos de combustível ao longo dos quarenta anos seguintes.

Table 1: Sectoral reductions

GHG reductions compared to 1990	2005	2030	2050
Total	-7%	-40 to -44%	-79 to -82%
Sectors			
Power (CO_2)	-7%	-54 to -68%	-93 to -99%
Industry (CO_2)	-20%	-34 to -40%	-83 to -87%
Transport (incl. CO2 aviation, excl. maritime)	+30%	+20 to -9%	-54 to -67%
Residential and services (CO_2)	-12%	-37 to -53%	-88 to-91%
Agriculture (non-CO_2)	-20%	-36 to -37%	-42 to -49%
Other non-CO_2 emissions	-30%	-72 to -73%	-70 to -78%

Figure 1: EU GHG emissions towards an 80% domestic reduction (100% =1990)

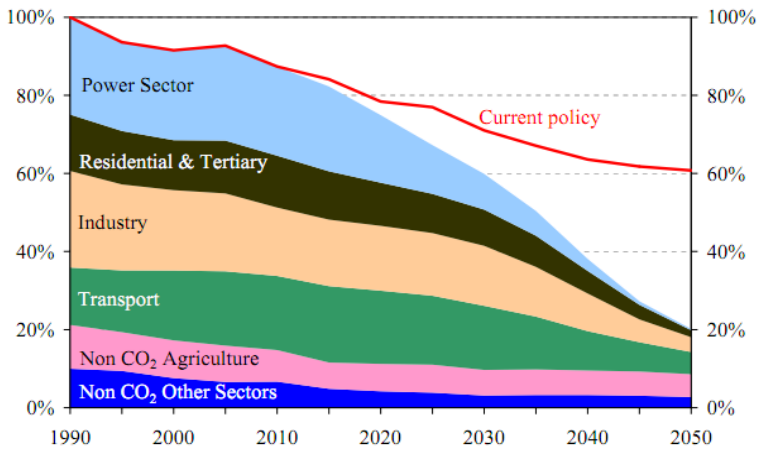


Figura 1.4: Cenários para o Sector dos Edifícios quanto as possíveis reduções de gases de efeito estufa. *Fonte: [12]*

A Figura 1.4, ilustra o caminho para uma redução de 80% em 2050. A projecção de referência em tracejado demonstra como as emissões de gases de efeito estufa tendem a se desenvolver no sector doméstico. Um cenário consistente com uma redução de 80% no mercado interno, mostra como as emissões globais e sectoriais poderá evoluir, caso as políticas adicionais sejam colocadas em prática, isto tendo em conta as opções tecnológicas disponíveis ao longo prazo.

O ambiente construído:

Neste contexto o ambiente construído oferece baixo custo e oportunidades a curto prazo para reduzir as emissões, principalmente através da melhoria do desempenho energético dos edifícios. A análise da Comissão mostra que as emissões nesta área poderiam ser reduzida em cerca de 90% em 2050, sendo esta ainda maior do que a contribuição esperada a longo prazo. Isto sublinha a importância de atingir o objectivo da reformulação da Directiva relativa ao desempenho energético dos edifícios, onde os edifícios construídos a partir de 2021 em diante terão de ser edifícios quase consumidores zero de energia. Este processo já começou em 04 de Fevereiro de 2011, onde o Conselho Europeu tendo em conta o objectivo central decidiu que a partir de 2012 todos os Estados-Membros devem incluir padrões de eficiência nos concursos públicos referentes a edifícios. Pelo que no final de 2011, a Comissão apresentará uma comunicação sobre "Construção Sustentável" estabelecendo uma estratégia sobre como reforçar a competitividade deste sector, melhorando simultaneamente o desempenho ambiental e climático.

1.2.1.3 European Strategic Energy Technology Plan (SET- Plan) *[13]*

Com a necessidade de uma política de baixo carbono que seja eficaz e de tecnologias energéticas eficientes; e que diante desta situação a União Europeia (UE) está enfrentando o desafio de transformar o sistema energético inteiro com implicações a longo prazo; faz-se necessário tornar as tecnologias de baixo carbono a preços acessíveis e competitivos, como uma opção de mercado. Esta é a ideia central por trás do Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias Energéticas (Plano SET), isto para além de outras iniciativas de Eficiência Energética com vista a promover cidades Inteligentes (*Smart Cities*).

A iniciativa "Cidades Inteligentes" (*Smart Cities*) destina-se a melhorar a eficiência energética e intensificar a implementação das energias renováveis nas grandes cidades. Esta iniciativa vai apoiar as cidades e regiões que têm medidas pioneiras para o progresso no sentido de uma redução radical das emissões de gases efeito estufa através da uso sustentável e da produção de energia. Em 2020, a iniciativa Cidades Inteligentes deverá colocar 25 a 30 cidades europeias na vanguarda do desenvolvimento da economia de baixo carbono.

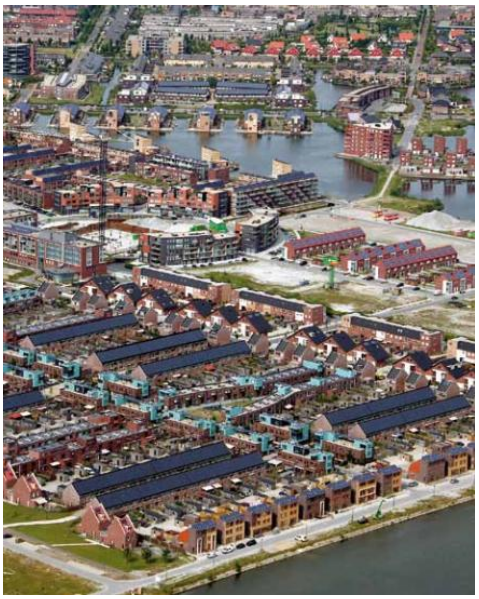


Figura 1.5: Foto de Jan Tuyp
for City of Heerhugowaard, 2008.

A eficiência energética é a maneira mais simples e barata para conseguir reduções de CO_2. Nos transportes, edifícios e na indústria, as oportunidades tecnológicas disponíveis devem ser transformadas em oportunidades de negócio. As cidades envolvidas serão os núcleos a partir dos quais as redes inteligentes, com uma nova geração de edifícios e soluções de transporte de baixo carbono irão desenvolver e transformar o sistema energético.

1.2.1.4 Towards Net Zero Energy Solar Buildings (NZEBs) *[15]*

O consumo de energia em edifícios representa cerca de 40% da energia final demandada na Comunidade Europeia, como resultado uma melhor eficiência energética dos edifícios tem se tornado uma das principais prioridades. O consumo de energia e as emissões incluem tanto directamente o uso de combustíveis fósseis, bem como de uso indirecto da electricidade, aquecimento / arrefecimento e a energia incorporada em materiais de construção.

Perante os desafios globais relacionados à mudança climática e escassez de recursos, é necessário muito mais do que aumentos incrementais em eficiência energética. Actualmente é proposta uma visão de destaque chamada "rede zero energia", "rede carbono zero" ou "edifícios equilibrados", embora esses termos apresentem significados diferentes, vários países adoptaram esta visão como uma meta a longo prazo das suas políticas de energia no sector da construção. Programas e práticas industriais de construção civil, ferramentas de projecto, estudos de casos e demonstrações; podem dar apoio na adopção do mercado a políticas "energia zero".

Como alcançar o "*zero*" em edifícios?

A primeira estratégia é reduzir a demanda de energia através de um projecto de arquitectura adequado visando melhorar a envolvente do edifício. Medidas para atingir isto dependem do clima e do tipo de construção (tais como: isolamento, vidros, iluminação natural, envolvente, ventilação natural, bem como do sombreamento activo ou passivo para controle dos ganhos solares). Assim como também promover a eficiência dos sistemas energéticos e serviços através de melhores sistemas de arrefecimento, aquecimento, ventilação, e iluminação.

No entanto, para chegar a "zero" o uso de combustíveis fósseis e as emissões de zero carbono requerem um uso intensivo de fontes de energia renováveis, incluindo o aquecimento solar, arrefecimento solar, energia solar fotovoltaica, biocombustíveis e outras fontes de geração de energia limpa.

A opção "*net zero*"

Os edifícios autónomos apresentam algumas limitações, por exemplo quanto aos sistemas de armazenamento de energia e a necessidade de recorrerem a energia de alta densidade (cozinhar entre outros); desta forma alcançar o "zero" se faz necessário recorrer a soluções conectadas (em rede) que optimizam a distribuição de energia, geração e armazenamento. Esta "rede zero" (abordagem NZEBs) incorpora as energias renováveis *in loco*, mas o foco está na obtenção de um balanço anual entre a oferta e a demanda; de forma a contar com a interacção das redes de electricidade e outras utilidades, tais como os sistemas de energia da comunidade.

Para minimizar os impactos nas redes, reduzindo o desequilíbrio entre a oferta e a procura, a abordagem NZEB requer um alto nível de eficiência energética, controlo inteligente, gestão de cargas e utilização de energia solar no local. Esta abordagem se aplica ao parque edificado, bem como para os novos edifícios, incluindo conjuntos de edifícios e pequenos povoados.

Desta forma, nesta tarefa dever-se-á recorrer a uma arquitectura integrada a melhores soluções, as quais proporcionem um ambiente interior de qualidade reduzindo as situações de aquecimento e arrefecimento. Sendo assim reconhecido neste processo a importância do papel do arquitecto (integração e optimização do projecto), na promoção de caminhos para a incorporação contínua de inovações no campo das energias renováveis.

1.2.2 Evolução das Aberturas nos Edifícios – Envolvente Não Opaca

A relação entre a superfície opaca e não-opaca é um dos aspectos a considerar na pele exterior de um edifício, assim como as janelas podem ser entendidas como elementos determinantes na caracterização da forma dos mesmos.

…a forma das janelas e a sua distribuição caracterizam de certa maneira o edifício, e a forma deste por sua vez é determinada pela relação entre altura e largura da janela… Neufert [16]

A relação entre o vidro e os edifícios tem evoluído ao longo da história da arquitectura através da superação de limitações técnicas, disponibilizando a actual geração de arquitectos enriquecedoras possibilidades de formas e de materiais.

Ao buscar como exemplo a arquitectura tradicional esta relação entre envolvente opaca e não-opaca permite perceber a estreita interacção existente entre a arquitectura e o clima. No princípio as casas não tinham janelas e apresentavam apenas uma porta, com o tempo a necessidade de iluminação conduziu as arquitecturas primitivas a abrir vãos nas paredes, o que trazia também uma certa vulnerabilidade conduzindo a necessidade de tapa-los (inicialmente com elementos móveis opacos). Entretanto ao caminhar pelo tempo verifica-se um grande controlo sobre a forma e o posicionamento das aberturas, seja na arquitectura vernacular, nas catedrais góticas (controlo sobre a entrada e reflexão dos raios luminosos), na arquitectura renascentista e barroca (exploração e controlo de aberturas em paredes e coberturas de grande espessura).

O uso generalizado das fachadas inteiramente envidraçadas se tornou possível graças ao avanço da indústria do vidro e outras tecnologias surgidas com o término da Segunda Guerra Mundial. No século XX, com o movimento moderno, o espaço fechado interiorizado como o controlo das aberturas foi desmaterializado com a dissolução das barreiras físicas e visuais entre interior e exterior. Na década de 30, foi introduzido a " cortina de vidro" desenvolvida pela escola Bauhaus na Alemanha, criando a ideia do espaço aberto sem limites e alcançando a transparência total. A partir da década de 50 difunde-se por muitos países, o conceito de "pele de vidro" por meio do "estilo internacional".

No decorrer dos últimos 20 anos, a tecnologia e a arte da transparência vem demonstrando avanços que mais uma vez revolucionaram a arquitectura. O progresso tecnológico, após a afirmação do movimento High- Tech evoluiu para discussões que abordam preocupações com aspectos do ambiente envolvente, consciência social, uso da energia, urbanidade e consciência ecológica.

… devido a própria complexidade das funções e necessidades da sociedade moderna, os grandes halls de transparência total continuarão como resultado de posturas arquitectónicas inevitáveis e necessárias, tendo o seu lugar garantido no mundo contemporâneo e futuro… Solano [17]

… Simultaneamente, esforços de uma arquitectura inovadora em elaborar interacções entre relações espaciais e tecnologia de ponta, permitem avanços na Arquitectura como os presentes no uso mais consciente das paredes de vidro, comunicando o interior e o exterior com maior subtileza, a qual era anteriormente impossível… Solano [17]

Desta forma, a janela evoluiu de uma simples abertura para uma pele que pode abrigar funções variadas.

1.2.2.1 O Significado da Palavra "Janela"

A seguir alguns significados e definições referentes a palavra janela, isto segundo alguns dicionários da língua portuguesa e dicionários da arquitectura.

A- Dicionário de Arquitectura *"Colégio De Arquitetos" [18]*
Significado de vão:

- Abertura ou rasgo numa parede para colocação de janelas ou portas.

B- Dicionário da Língua Portuguesa -Porto Editora "*Infopedia*" *[19]*
Significados de janela:

- Abertura na parede de um edifício, acima do pavimento, para deixar entrar o ar e a luz
- Caixilho móvel, envidraçado, que serve para tapar essa abertura
- Abertura semelhante a essa, coberta com vidraça móvel ou fixa, existente em automóveis, aviões, comboios, etc
- Abertura por onde se faz uma ligação, se estabelece uma comunicação ou que serve para ver para o outro lado.

C- Outros Dicionários na Web: "*The Free Dictionary" [20], "Your Dictionary" [21]* e *"Wordiq" [22]*
Significado de janela:

- Uma abertura construída em uma parede ou tecto, que funciona para admitir a luz ou o ar de um recinto fechado.
- Uma abertura em um prédio, veículo ou recipiente, para passar à luz ou o ar, ou mesmo para olhar através, geralmente com um painel ou painéis de vidro,
- Uma janela é uma abertura em uma outra superfície sólida, opaca através da qual a luz pode passar.

D- Dicionário "*Wikipédia" [23]*
Significado de janela:

- Uma janela é uma abertura num elemento de vedação arquitectónica, como uma parede. Ela possibilita a ventilação e insolação dos ambientes internos. A palavra assumiu diversos significados devido a esta acepção, em geral relacionando-a com a ideia de vazio. Por remeter ao exterior, pode ser considerada como ângulo de visão, pois permite a entrada de elementos como luz e ar, mas também possibilita a extensão do olhar como um indivíduo que participa da acção observada. É o símbolo da receptividade, da abertura para as influências vindas de fora, da entrada da luz. Representa também a sensibilidade às influências externas.
- A janela pode ainda ser considerada como sendo um símbolo da consciência, ou um portal para o inconsciente. O material transparente normalmente usado nas janelas é o vidro. A placa de vidro que constitui a janela é apoiada por um caixilho de suporte que pode ser confeccionado em diversos materiais, como madeira, ferro, alumínio (faltou plástico PVC).

E- Dicionário *"Priberam" [24]*
Significado de janela:

- Abertura feita em parede ou telhado de uma construção, para deixar entrar claridade e ar.

A maior parte das definições anteriormente em destaque, remetem a funcionalidade das janelas principalmente às questões de iluminação e de ventilação (luz e ar) e por vezes à visão, mas as questões relacionadas ao calor pouco são mencionadas.

Em resumo a palavra abertura poderia ser definida como: abertura ou rasgo na envolvente opaca do edifício (normalmente paredes), podendo ser preenchido por materiais transparentes (mais frequente), translúcidos e opaco; ou simplesmente ser suportado por um ou mais vazios. Possibilita ventilação (ar), iluminação (luz), radiação (calor), visão (imagem, observação, contemplação, integração interior com o exterior).

1.2.2.2 Períodos Históricos na Arquitectura - Aberturas

Tendo em conta que a história das aberturas passa pela história das fachadas, a seguir descreve-se de maneira breve a evolução das mesmas ao longo dos diferentes períodos até os dias actuais.

Do Período Paleolítico ao Século XXI

No Período Paleolítico o ambiente construído correspondia a uma modificação superficial do ambiente natural, entretanto nas sociedades neolíticas este passa a ser um fragmento da natureza segundo as necessidades humanas daquela sociedade (com terrenos para cultivo, depósitos de alimentos…) assim a sedentarização levou o Homem não mais nómada a construir abrigos de maior duração em locais onde as condições de vida lhe eram mais favoráveis, sobretudo pela presença de materiais de construção naturalmente existentes como a madeira, a terra argilosa e a pedra. De forma a combinação entre o Clima, os materiais e as condições locais propiciarem uma vasta variedade de soluções construtivas.

…Pedra, Madeira, e terra argilosa são os materiais mais antigos da construção aplicados ao Homem, e sua utilização parece estar sempre condicionada ao clima e a sua presença em determinadas regiões… Bachmannn [25]

…É um facto evidente a relação existente entre materiais de construção, sua localização geográfica e o clima. (onde existe argila fabrica-se blocos, onde há pedra talham-se blocos, onde há madeira abundante esta está aplicada a construção… Bachmannn [25]

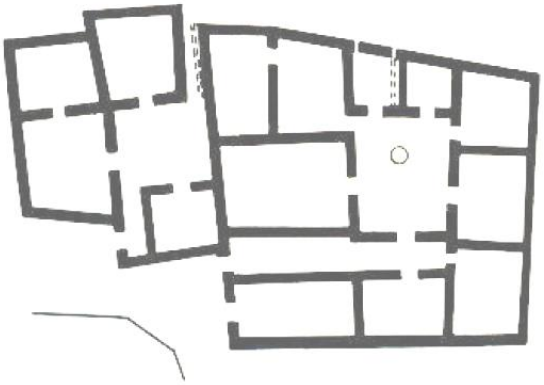


Figura 1.6: Exemplo de uma Planta de duas casas atenienses do século V a.C. *Benevolo [26]*.

Já na Grécia Antiga, assim como em outras civilizações, as habitações não tinham janelas, apenas uma porta.

No Mediterrâneo Oriental 4000 A.C., a invenção do vidro decorreu quase que por acidente abaixo de um forno para cozer cerâmica, onde a sílica dos vasos fundiu-se com o cinza alcalina da lareira. Por volta de 1500 a.C. vasos de vidro moldado e prensado já eram comuns no Egipto tendo sido esta técnica posteriormente difundida para a Europa. A expansão para o norte do Império Romano levou ao estabelecimento de uma próspera indústria do vidro, nas províncias de Saone e Reno, empregando artesãos da Síria e Alexandria. O "glesum" de uma palavra germânica que significa transparente ou brilhante, correspondia ao termo utilizado para descrever a substância versátil.

Foi essencialmente nas abóbadas, onde os romanos utilizaram pela primeira vez na construção o vidro, pois o vidro soprado produzia-se na península itálica e era utilizado essencialmente em vasos e copos (acessíveis a maioria da população), mas o seu uso em janelas estava restrito aos mais abastados.

Na maior parte das habitações de cidades como Roma, as janelas eram meros orifícios fechados com portadas de madeira ou com grades de pedra, metal ou terracota (em alguns casos eram articuladas). Em alguns edifícios de requinte (como em Pompeia e Herculano), utilizavam-se pedras translúcidas, como a ágata, a mica, o ónix ou o alabastro.

As casas unifamiliares, a *domus* (casas individuais típicas das cidades mediterrâneas, reservadas para famílias mais ricas) e a *insula* (construções colectivas de muitos andares com limite de altura 21m, destinadas as classes médias e inferiores, permitem olhar para o exterior através de janelas e balcões) tinham poucas janelas

para o exterior, a maioria destas eram voltadas para o pátio central, o *atrium*, ou para o *peristilo*, o que permitia criar um certo microclima.

As aberturas existentes nos templos não eram somente determinadas por questões religiosas (ligadas ao carácter de introspecção no culto) e de protecção, mas também devido aos métodos construtivos utilizados, pois era difícil criar grandes aberturas em construções de pedra maciça mediante aos conhecimentos técnicos da época.

Na Idade Média o interesse na iluminação dos espaços interiores aumentou à medida que a arquitectura se libertava gradualmente das restrições impostas pelas paredes portantes e se verificavam avanços no desenvolvimento da produção do vidro. As igrejas góticas demonstraram ser as primeiras tentativas de criar grandes aberturas (preenchidas com vitrais translúcidos que filtravam a luz exterior), sendo isto possível devido a evolução extrema do sistema construtivo que teve como principal material a pedra. O gótico unificou os métodos de construção e de acabamentos dos edifícios de toda a Europa na metade do Século XII em diante.

Geralmente nas habitações dos países ocidentais, as janelas permaneciam relativamente pequenas, ou com envidraçados muito subdivididos, devido ao elevado custo dos vidros e às limitações do processo de fabrico destes. As casas eram geralmente compostas por um único compartimento, apenas com uma porta de entrada e sem janelas. Com o crescimento das cidades e muralhas (protecção) a arquitectura doméstica melhorou (introdução de janelas e nas mesma pergaminhos de papel ou linho embebidos em óleo de linhaça fixados com réguas cruzadas para não romperem com os ventos. Mais tarde nas casas mais nobres e palácios incorporaram-se os envidraçados fixos.

A primeira ruptura com a convenção foi o exoesqueleto gótico em precedentes de altura e com janelas em arco composto de fragmentos de vidro. A busca de arquitectura para leveza, transparência e luminosidade começou de facto com as membranas radiantes de luz colorida nas escuras catedrais góticas.

No Período Renascentista alguns artistas florentinos descobrem uma nova maneira de projectar edifícios. Na arquitectura um novo método de trabalho foi estabelecido por Filippo Brunelleschi, onde o arquitecto deveria definir previamente através de desenhos e de modelos a forma exacta da obra a construir, sendo as decisões tomadas antes de iniciar a construção (tornando possível distinguir duas fases de trabalho, o projecto e a execução), o arquitecto faz o projecto e não se confunde com o operário que se restringe a execução. Assim neste período da renascença a arquitectura adquire um rigor intelectual, e a janela renascentista alcança o seu esplendor no Vale de Loire.

No final do século XV introduziu-se massa de vidraceiro, o que permitiu uma melhor estanquicidade e vedação da janela, denotando já um aumento das preocupações pelo conforto térmico. Neste período na Inglaterra verificam-se alguns tipos de janelas inovadoras, como a *bow-window*, uma varanda envidraçada de forma semi-octogonal ou hexagonal que se eleva em todo o pé-direito, criando um espaço abrigado e intermédio entre o exterior e interior.

As primeiras janelas do Renascimento Tardio e do Maneirismo Italiano (*Miguel Ângelo*) aproveitaram as novas técnicas de fabrico de vidro de maior dimensão, com origem em Veneza, conseguindo assim janelas com maiores envidraçados e menor factor de obstrução. Aparecem os caixilhos, cornijas, e os frontões clássicos.

Em 1590 *Palladio* desenha a janela que adopta o seu nome, sendo esta constituída por três planos (dois de abrir e um superior- tipo bandeira) foi muito utilizada nos séculos XVII e XVIII.

Na França começam a ser fabricados em 1688 os vidros planos incolores com 40 a 50cm², para janelas e espelhos, esta nova modulação promove a aparição de um novo tipo de caixilho e fixação do vidro. A parte moldurada do barrote passa para o interior e o vidro a ser colocado pelo exterior (a massa por fora), ou seja, a parte nobre da janela passa do exterior para o interior (exemplo, Palácio de Versalhes de 1661-1708, janelas características do séc. XVIII).

Mais tarde a indústria vidreira passou da França para a Inglaterra, pois a indústria tinha um importante valor neste país, sobretudo depois do início do fabrico de cristal branco, que revolucionou o comércio vidreiro, tornando-o acessível. A partir desta época, a indústria vidreira espalhou-se pelo mundo inteiro.

As fachadas características das casas urbanas do século XIX apresentavam já uma área de envidraçados em muitos casos superior à área de envolvente opaca. Com estas grandes áreas de envidraçado aparece também a janela de guilhotina.

A janela guilhotina pode ser considerada a primeira janela moderna, pois possui um desenho muito depurado que dispensa as ferragens, mas proporciona o máximo de luz e resiste bem aos ventos, ainda que tenha pouca estanquicidade. Esta janela teve origem na França no século XV, mas seu maior desenvolvimento alcança-se em Portugal no séc. XVIII (principalmente Açores e Madeira). Estas se adaptam bem ao uso de portadas interiores e permitem regular a entrada de luz e calor, sendo que impedem igualmente as perdas de calor durante a noite. Também característica do século XVIII foi a janela francesa de 2 folhas.

Depois da metade do século XVIII, a Revolução Industrial muda o curso dos acontecimentos na Inglaterra e mais tarde em todo o resto do mundo. Antes deste período, o arquitecto era obrigado de certo modo a considerar as condições climáticas em projecto, pois era preciso conhecer com certo detalhe os efeitos positivos e negativos do clima, para o desenvolvimento de estratégias adequadas. O princípio utilizado era geralmente o aproveitar as características desejáveis do clima enquanto se evitavam as indesejáveis. Entretanto, com a rápida evolução tecnológica desencadeada com a revolução Industrial o arquitecto passou a ter maior liberdade para buscar outros paradigmas, que não os resultantes da consideração dos elementos naturais locais.

A partir da Revolução Industrial as questões não são resolvidas de forma definitiva e as soluções eram entendidas como não sendo validas por tempo indeterminado mas somente por um período que se deveria aprender a calcular. O edifício não era mais considerado uma modificação estável incorporada no terreno, mas sim um manufacturado provisório que poderia ser substituído por outro mais tarde.

O forte crescimento demográfico da Europa no século XIX deu origem a grandes transformações urbanas. O rápido e crescente processo de industrialização das cidades europeias resultou no deslocamento populacional para as grandes cidades, diminuindo a qualidade de vida e aumentando o preço dos terrenos. Esta pressão populacional resultou no aumento das cidades em direcção à sua periferia (aumento de área), mas também no aumento da densidade próximo do centro. Esta maior densidade no núcleo das cidades promoveu a verticalização dos edifícios.

Novas técnicas de engenharia do século XIX deram possibilidade ao aumento do número de andares dos edifícios. Este fenómeno esteve ligado principalmente ao desenvolvimento de novas técnicas de utilização do ferro. Outro material fruto do processo de industrialização e também produzido em larga escala foi o vidro.

O desenvolvimento da arquitectura e da construção está relacionado com a evolução dos métodos.
Com o aparecimento da máquina a vapor, vem provocar uma mudança radical no campo da construção civil, conjunto de processos e materiais de construção. O desenvolvimento da Indústria da Construção Civil foi uma das mais importantes abalando fortemente a tecnologia medieval e tradicionalista.
Novos materiais (ferro, vidro e o betão armado).
Novas tipologias e processos de construção, novas tendências estéticas – tudo aliado a um novo ritmo de construção, necessário para poder acompanhar a explosão do crescimento económico e demográfico (sociedade da época). Bachmann [25]

- 1760 início da produção da chapa de vidro – França
- 1790 ferro fundido apresentado como material de construção
- 1827 descoberto o alumínio
- 1860 utilização do aço em elementos estruturais
- 1850 produção do cimento Portland normal

Assim pode-se considerar que a Revolução Industrial trouxe novos materiais e métodos de produção, trazendo a mecanização dos processos de fabrico e a aparição da grande indústria moderna do vidro. Em 1907 foi produzido na Bélgica o primeiro vidro por um processo mecanizado, em sequência as janelas dos séculos XIX e XX são uma evolução das janelas do século XVIII, sendo que em alguns casos os vidros já ocupavam toda folha móvel, sendo cada vez menos necessário um maior número de divisões. Esta progressiva independência entre estrutura e pele, bem como a evolução do fabrico do vidro, impulsionaram o processo de desmaterialização das fachadas e a diluição entre parede e a janela dos edifícios.

Figura 1.7: Evolução vãos envidraçados. Edifícios Prémio Valmor (1905-1915). *[27]*

Em meados do séc. XIX, os primeiros arranha-céus (com o aumento dos preços do solo) com estrutura em aço foram construídos nos EUA, com a construção metálica tornou-se possível a abertura das fachadas exteriores com grandes vãos. As tradicionais fachadas pesadas mostraram-se economicamente desajustadas para os edifícios (arranha-céus), pois também dificilmente ofereciam condições para iluminação natural dos espaços interiores. Como exemplos de edifício são os de Carson, Pirie Scott (1899-1906) em ferro e vidro, e de Louis Sullivan (que marca claramente os elementos estruturais, pilares, lajes de piso – princípio *form follows funcion*).

No século XX um conjunto de movimentos e escolas de arquitectos vieram a caracterizar a arquitectura produzida principalmente entre as décadas de 10 a 50, sendo este conjunto de movimentos designado como arquitectura moderna. Um dos princípios básicos do modernismo foi o de renovar rejeitando toda a arquitectura anterior ao movimento; principalmente a arquitectura do século XIX expressada no ecletismo (uma das principais bandeiras dos modernos é a rejeição dos estilos históricos principalmente pelo que acreditavam ser a sua devoção ao ornamento); de forma que junto as vanguardas artísticas das décadas de 1910 e 20 havia um objectivo comum a criação de espaços e objectos abstractos, geométricos e mínimos. O rompimento com a história fez parte do discurso de alguns arquitectos modernos, como Le Corbusier e Adolf Loos.

Figura 1.8: Evolução vãos envidraçados. Edifícios Prémio Valmor (década de 50). *[27]*

Com a criação da noção de que os preceitos da arquitectura moderna seguiam uma linha única e coesa, tornou-se mais fácil a divulgação e reprodução pelo mundo do "estilo Internacional" (com fachadas totalmente independentes da estrutura – denominadas fachadas cortina), sendo este um conceito inventado pelo crítico Henry Russel Hitchcock e utilizado pela primeira vez em 1932, o qual remete a posição de convergência criada pelos Congressos Internacionais da Arquitectura Moderna – CIAM (organização de uma série de eventos organizados pelos principais nomes da arquitectura moderna internacional a fim de discutir os rumos a seguir nos vários domínios da arquitectura). Assim o Estilo Internacional traduz um conjunto de vertentes essencialmente europeias (principalmente as arquitecturas de Gropius, Mies e Le Corbusier), ainda que profissionais do mundo todo tenham participado dos CIAM. Uma outra vertente, de origem norte-americana, é relacionada à Frank Lloyd Wright e referida como arquitectura orgânica.

Alguns exemplos com fachada cortina:

- Edifícios de Mies van der Rohe: Seagram Building em Chicago (1958), um dos primeiros edifícios na tipologia torre de escritórios a utilizar cortina de vidro (ícone do séc. XX)
- Farnsworth House também chamada glass house (1945-50) dilui-se no contexto natural (comunicação visual da natureza e envolvente do edifício)
- Lever House escritório S.O.M (Skidmore Owings & Merrill) (1952) primeiro edifício em Nova Iorque totalmente envidraçado, sendo posteriormente adoptado e reproduzido de forma revolucionária na Arquitectura de Edifícios altos em diferentes regiões e climas.
- Edifício do MEC no Rio de janeiro (1929) – Le Corbusier, Lúcio Costa, Oscar Niemeyer – primeiro ensaio mundial de uma fachada não estrutural inteiramente em vidro.

O projecto mais arrojado com presença de fachada cortina em vidro neste período (1922) é de Mies van der Rohe para um arranha-céus em Berlim (não foi construído), o seu primeiro a ser construído foi o Lake Shore Drive em Chicago numa escala menos arrojada mas ainda com fachada envidraçada (uma das primeira aplicações de fachadas totalmente envidraçada a um edifício de habitação).

Entretanto, o vidro, material comum capaz de cobrir grandes áreas veio incrementar a necessidade de utilizar sistemas de protecção solar, como estores, persianas, de acordo com as condições climáticas. A partir da metade dos anos 60 em diante, os novos métodos de fixação (como por exemplo o silicone estrutural) tornaram possível fechar toda a envolvente com uma pele ainda mais uniforme sob o ponto de vista do observador no exterior (notando-se somente as juntas entre os vidros).

Mies van der Rohe com suas cortinas de vidro, criou um verdadeiro ícone de edifícios de escritórios.

O formalismo "*clean*" foi seguido por várias gerações de profissionais, sendo compreendido como símbolo de poder e sofisticação. Estas proporções de envidraçados nas fachadas dos edifícios O que manteve-se principalmente nas últimas décadas sobretudo em edifícios de serviços

Figura 1.9: Evolução vãos envidraçados. Edifícios Prémio Valmor (década de 80 e início da década de 90). *[27]*

Até os anos 70, as fachadas cortina, muito por influência das obras de Mies van der Rohe, proliferaram um pouco por todo o mundo como imagem de marca do Estilo Internacional, geralmente associados a edifícios de escritórios. Desta forma este tipo de fachada foi banalizado, no seu início representavam inovação e ligeireza e passaram a ser conotadas como monótonas e desinteressantes.

Com a larga utilização de sistemas desenvolvidos após a Revolução Industrial (sistemas estruturais, produção do vidro e a luz eléctrica), os quais contribuíram para retirar a função térmica da envolvente e passá-la aos sistemas mecânicos de aquecimento e refrigeração, bem como na substituição das aberturas na função de fontes de luz primárias, passaram a dar ao projectista uma posição bastante cómoda perante aos problemas de adequação do edifício ao clima. Entretanto, o embargo do petróleo em 1973 e o consequente aumento dos preços de energia estremeceram a sociedade forçando todos os sectores a reavaliar suas práticas de uso de energia.

A Crise Energética dos anos 70 acabou por desencadear uma maior racionalização dos consumos energéticos englobando também o sector dos edifícios. As exigências de desempenho térmico e acústico impuseram que os sistemas de janelas fossem desenvolvidos industrialmente, e a janela sofreu uma transformação radical pela introdução de novos materiais, que melhoraram o seu desempenho e funcionamento: perfis, vedações, vidros com tratamentos especiais e ferragens.

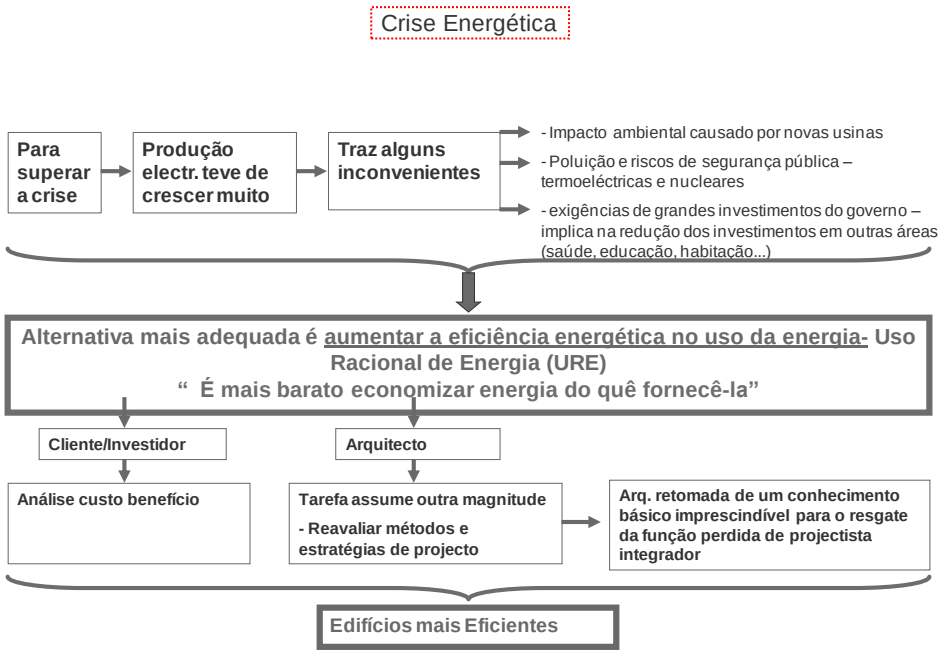


Figura 1.10: Esquema Eficiência Energética.

No pós-modernismo foi apresentado diferenças fundamentais em relação a tudo que era anterior a este, incluindo todas as estéticas modernistas. Os próprios critérios da estética moderna, como o "novo" são desconsiderados pelo Pós-Moderno, já não sendo preciso inovar nem ser original, e a repetição de formas passadas não era apenas tolerada como encorajada.

Somente é possível falar em movimento modernista devido ao facto de ter havido grupos relativamente próximos que estabeleceram contacto com certa frequência na Europa do início do século XX. Entretanto no pós-modernismo as incalculáveis tendências e linguagens postas em prática tornam impossível uma unidade formal. Com o Pós-Moderno foi promovido o fim da proibição, à admissão de todo e qualquer produto, pois este regulamento caberia ao mercado sendo toda produção considerada mercadoria.

Com a formação de uma sociedade global (nível macro), todas as visões de mundo pré-existentes (nível micro) não poderiam ser descartadas, sob pena de excluir interessantes mercados consumidores. O pós-moderno, assim, pelo seu carácter multicultural, sua multiplicidade, sua informação, serve à constituição de uma rede inclusiva de consumidores.

Dentro da lógica do Pós-Modernismo, onde tudo é aceite e todos os discursos são válidos, teve-se como resultado a inexistência de padrões limites para representar a realidade, resultando numa crise ética e estética, decorrendo assim o fenómeno directamente ligado à destruição dos referenciais que vinham norteando o pensamento até bem recentemente, decorrendo a denominada "Crise da Representação".

No decorrer das últimas duas décadas verifica-se a ocorrência de preocupações presentes na arquitectura e na construção relativamente a aspectos que abordam o ambiente envolvente, a consciência social, o uso da energia, e a consciência ecológica; e neste contexto inclui-se o progresso tecnológico (elementos da envolvente dos edifícios, com principal destaque para os elementos transparentes).

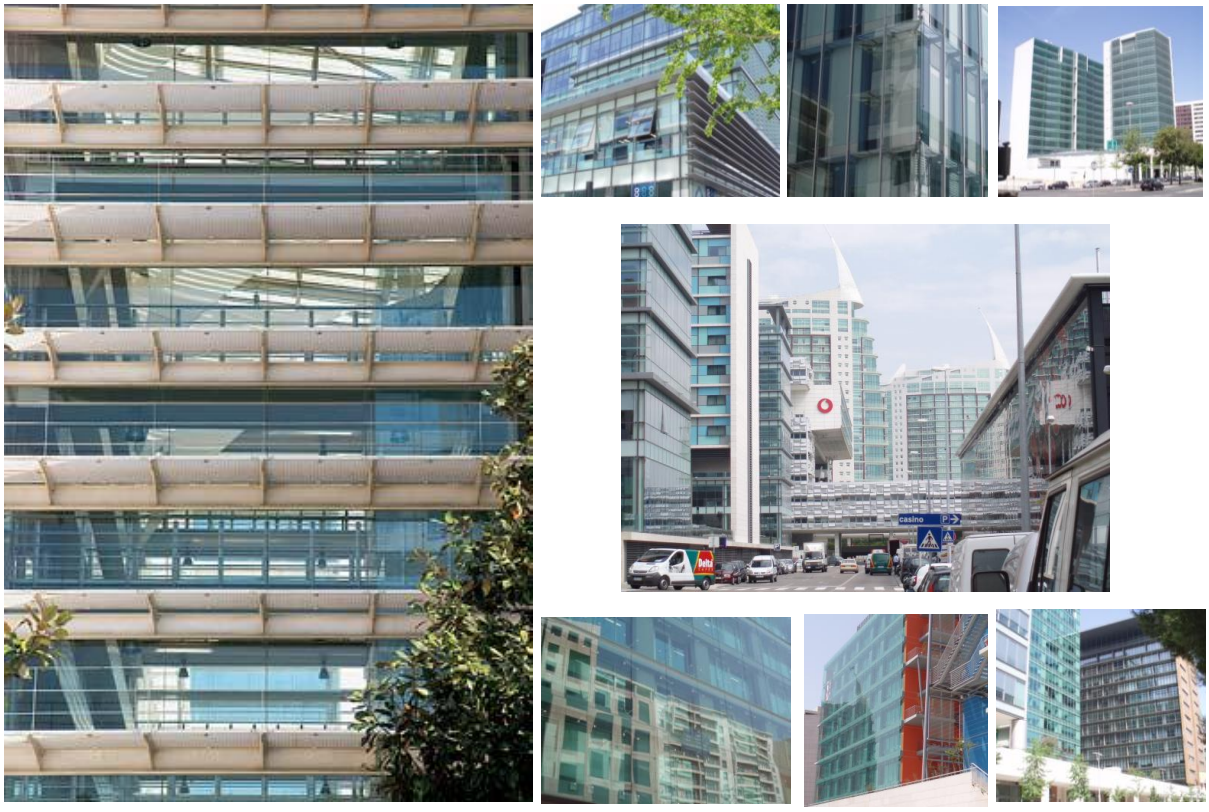


Figura 1.11: Exemplos de edifícios construídos nas últimas décadas em Lisboa, com áreas consideráveis de envidraçados.

… como consequência todos estes processos construtivos arrastam consigo um espantoso aumento de novos problemas técnicos a solucionar com as questões de ventilação, iluminação, térmica e acústica, os quais solicita a colaboração de técnicos especializados nestas novas áreas do saber. [25]

… nestas últimas décadas têm sido particularmente fértil para a arquitectura, mostram-se experiências significativas da preocupação crescente dos arquitectos com a melhoria da qualidade das edificações, inclusive considerando aspectos de eficiência energética e de conforto ambiental. [28]

…o vidro somente será um aliado na arquitectura sustentável, se o projecto calcular o efeito do clima sobre o material…

…Para repensar o uso indiscriminado do vidro em fachadas…Nada que os recursos arquitectónicos de um bom projecto não resolvam. Sejam brises, coberturas longas, varandas fartas. "É preciso estudar caso a caso e saber dosar a proporção entre áreas opacas e transparentes", …[29]

… Ao conceber um espaço, o papel do arquitecto será o de orientar, criteriosamente, a sua criatividade (não quantificável e não física) que intuitivamente, sintetizará os meios, colocados pela técnica a sua disposição, de forma que o espaço resultante possua um significado emocional, uma ordem um sentido metafísico, expresso através de formas, que surgem das possibilidades tecnológicas. [25]

1.2.3 Edifícios do Sector Residencial em Lisboa

O interesse pelo material vidro na construção veio aumentando, de modo a se verificar avanços no desenvolvimento da produção deste mesmo material, sendo que a evolução do sistema de fabrico do vidro e a progressiva independência entre estrutura e pele, impulsionaram o processo de desmaterialização das fachadas e da diluição entre parede e janela dos edifícios.

O crescente interesse e aplicação do material vidro na arquitectura e na construção portuguesa pode ser observado através dos edifícios do parque edificado, sendo este empregue mais correntemente em edifícios de serviços (ver Figura 1.12). É comum observar nos edifícios de serviços (principalmente escritórios) construídos nas últimas décadas, o material vidro como parte constituinte da envolvente e em proporções consideráveis, de modo a apresentar fachadas praticamente envidraçadas, ou até mesmo o próprio edifício praticamente envidraçado. Proporcionando na maioria das vezes uma leitura estética exterior homogénea.

Figura 1.12: Exemplos Edifícios de Serviços (Lisboa).

Com relação aos edifícios residenciais, estes costumam apresentar de modo geral vãos envidraçados mais contidos/controlados comparativamente com os edifícios de serviços (ver Figura 1.13). Entretanto é possível notar um crescente aumento das áreas de vãos envidraçados nas fachadas dos edifícios residenciais construídos ao longo das últimas décadas (ver Figura 1.14 – Prémios Valmor *[27]*). Sendo possível verificar a existência de alguns edifícios residenciais com fachadas praticamente envidraçadas (a semelhança dos edifícios de serviços - leitura estética do seu exterior mais homogénea), ver Figura 1.15.

Figura 1.13: Exemplos de Edifícios Mistos, serviços e habitação (em Lisboa).

Figura 1.14: Evolução dos Edifícios de Habitação e áreas de envidraçados ao longo das últimas décadas. (Edifícios Prémio Valmor). *[27]*

Figura 1.15: Edifícios de Habitação com fachadas praticamente envidraçadas (últimos anos – Lisboa).

Grandes áreas de envidraçados em edifícios de habitação são soluções/opções arquitectónicas que permitem uma leitura estética exterior mais homogénea, a contemplação da paisagem, maior transparência e luminosidade; mas que entretanto terão influência directa sobre as condições interiores de temperatura, podendo proporcionar um desempenho térmico e energético satisfatório ou não (dependendo de como são concebidos). Quanto maior for as dimensões de um determinado vão envidraçado pertencente a uma unidade habitacional, maior será o potencial para esta ganhar ou perder calor (coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados maior do que os da envolvente opaca).

Desta forma, os edifícios habitacionais em destaque na Figura 1.15, os quais apresentam áreas de vãos envidraçados superiores a área de paredes exteriores, são tomados como de grande interesse para o estudo a desenvolver. Isto tendo em conta que estes edifícios foram construídos após a entrada em vigor da primeira Regulamentação Térmica dos Edifícios (RCCTE, 1991) *[30]*, a qual procurava promover alguns cuidados relativamente às soluções construtivas a serem adoptadas tanto na envolvente opaca como na não-opaca (introdução de isolamento térmico e vidros duplos).

1.2.4 Conceitos Térmicos e a Envolvente Não Opaca

A envolvente do edifício é o elemento que separa o ambiente exterior do interior, sendo este elemento resultante das preocupações e intenções reveladas pelo arquitecto; portanto os resultados térmicos e energéticos também dependem deste profissional. De certa forma o profissional arquitecto detém o controlo dos resultados a medida que cada edifício apresenta uma forma, uma proporção entre a envolvente opaca e a envolvente não-opaca (ou seja, a relação proporção de paredes e aberturas na envolvente exterior), bem como materiais (textura, cor, espessura, outras propriedades e características).

A necessidade de optimização energética trouxe uma reavaliação do papel da envolvente, sendo esta considerada como o principal elemento mediador entre as trocas de calor entre o meio exterior e o interior de uma construção. Estas trocas de calor dão-se diferentemente consoante os tipos de materiais e proporções em que estão aplicados num determinado edifício.

Entretanto, as principais trocas térmicas em uma edificação acontecem geralmente a partir dos elementos transparentes (janelas, e outros elementos transparentes). As trocas por condução e convecção nos vidros apresentam comportamento semelhante ao dos elementos opacos com a possibilidade do controle das trocas de ar entre o interior e exterior - abrindo ou fechando. Entretanto a radiação é que se torna o principal factor devido a sua parcela directamente transmitida pelo vidro para o interior.

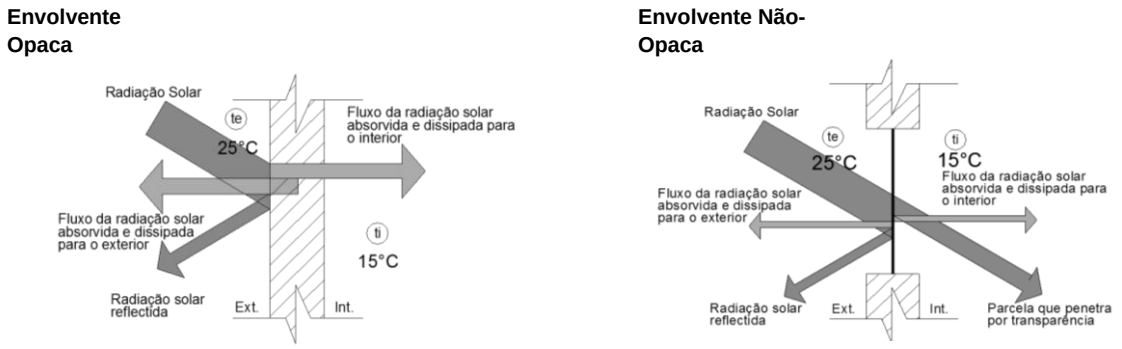


Figura 1.16: Esquema trocas de calor através de uma envolvente opaca e de uma envolvente não-opaca (envidraçados). *Frota [31]*.

A envolvente não-opaca (vãos envidraçados) pode ser considerada um elemento de grande importância no controle da radiação, ventilação e da iluminação natural (mais dinâmico, mais fácil de adaptar/ajustar para obtenção das condições interiores desejadas). Desta forma, a envolvente não-opaca apresenta um maior grau de controlo e flexibilidade de adaptação as variações climáticas comparativamente com a envolvente opaca. Elemento mais flexível e interessante da envolvente do edifício.

Para além disso o vidro e outros materiais transparentes e translúcidos são tidos como elementos essenciais para a aplicação com sucesso da maior parte dos sistemas de aquecimento solar passivo (quando possuem uma orientação solar correcta). As civilizações antigas não dispunham de vidros e assim estavam privadas de um valioso recurso para a obtenção de ganhos solares.

O conceito de utilizar a orientação solar como forma de obter ganhos solares no Inverno, enquanto se protege no Verão, é bastante antigo, entretanto as tecnologias solares passivas começaram a ser introduzidas em arquitectura residencial pouco antes da II Guerra Mundial no projecto de uma casa solar (Ilinóis) a qual dispunha de grandes áreas envidraçadas a Sul (para conseguir ganhos solares no Inverno) com palas para sombrear e proteger das radiações no Verão.

Em 1947, quarenta e oito arquitectos da época realizaram projectos para casas com tecnologias de ganho solar passivo directo, uma para cada Estado dos EUA. Muitos dos projectos incluíram vidros duplos, mas poucos reconheciam a importância da massa térmica como reguladora das flutuações térmicas. O sobreaquecimento, mesmo em dias frios, seria inevitável em muitos dos conceitos propostos. Le Corbusier escrevia neste mesmo ano que "É missão da arquitectura moderna a preocupação com o Sol (Le Corbusier 1947)", Mendonça [32].

No caso das habitações em Portugal, algumas medidas são difundidas para um melhor controlo térmico das mesmas, estando estas relacionadas com a orientação, com o dimensionamento das áreas envidraçadas, com o correcto desenho da pele exterior, a massa térmica, o isolamento térmico, controlo das infiltrações e ventilação natural.

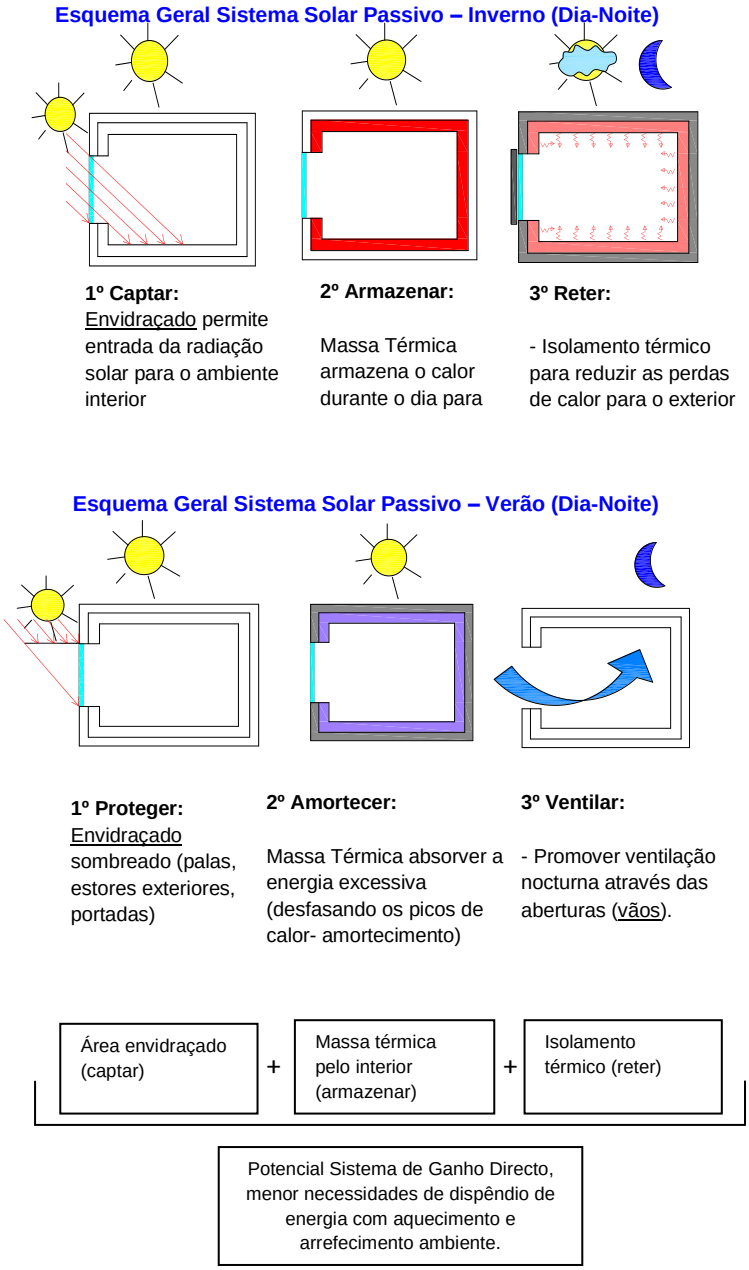


Figura 1.17 Esquema Geral Funcionamento Sistema Solar Passivo na Estação de Aquecimento de Arrefecimento.

Entretanto a questão que se coloca neste estudo é se de facto para um clima com estações bem definidas como o presente no território português, edifícios com grandes áreas de envidraçados poderão apresentar condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia. Sendo que estes resultados dependem directamente da área de envidraçado com respectivos sistemas de controlo solar, bem como da inércia térmica no interior dos ambientes associada ao grau de isolamento do edifício.

1.2.5 Estudos Bibliográficos

A seguir são evidenciados alguns dos estudos desenvolvidos no âmbito da térmica, do conforto, das estratégias passivas e de sustentabilidade, sendo que o mesmo incide principalmente nos aspectos que envolvem os edifícios, mais especificamente relacionados com a envolvente não-opaca. Desta forma, verifica-se que a proposta de estudo apresenta-se actual e de interesse para os profissionais da área, sendo assim capaz de reunir o conhecimento consolidado a novas perspectivas.

Térmica:

Ao abordar os edifícios do ponto de vista térmico, tem-se o ambiente como elemento central, sendo este delimitado por uma fronteira que contacta com o exterior e permite trocar calor ou massa.

Ao ser identificado um dado espaço cuja fronteira com o exterior e o clima são conhecidos, torna-se possível calcular o balanço térmico, ou seja a relação entre os ganhos e as perdas totais de calor através da envolvente, sendo de interesse que: no Inverno os ganhos térmicos sejam maiores do que as perdas térmicas (qual a energia complementar necessária para fornecer ao espaço de modo que a temperatura no interior não desça abaixo de um certo valor prescrito), e no Verão as perdas sejam maiores que os ganhos térmicos (qual a energia necessária retirar do espaço para que a temperatura no interior não excedam um certo valor).

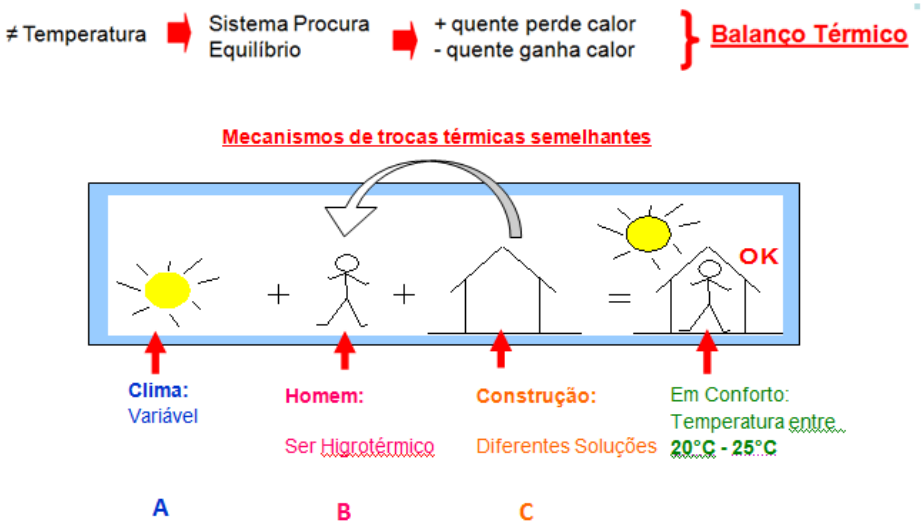


Figura 1.18: Esquema Balanço Térmico.

Estabelecer os parâmetros relativos às condições de conforto térmico requer incorporar, as variáveis climáticas, as variáveis construtivas e as variáveis humanas.

O conhecimento das exigências humanas relativamente ao seu conforto térmico e do clima, associadas as características térmicas dos materiais e dos princípios da arquitectura adequado a climas específicos, permite um projectar com resultados que atendam as exigências de conforto térmico.

Quanto aos fundamentos de transferência de calor e de massa como aos principais aspectos da térmica, podem ser observados nos estudos de *Incropera e De Witt [33],* como nos de *Frota [31], e Lamberts [28].* No que se refere a térmica na arquitectura destaca-se o estudo de *Heschong [34].*

Clima:

A acção simultânea das variações climáticas apresenta influência no espaço arquitectónico construído; podendo este ser verificado em três escalas climáticas: macroclima, mesoclima e microclima. O Clima consiste na condição média do tempo em uma dada região, baseada em medições (normalmente durante 30 anos), enquanto que o Tempo consiste na variação diária das condições atmosféricas.

Figura 1.19: Esquema Escala Climática.

Macroclima, ou clima regional: corresponde ao clima médio ocorrente num território relativamente vasto, exigindo, para sua caracterização, dados de um conjunto de postos meteorológicos. As variáveis climáticas são quantificadas a partir de estações meteorológicas.

Mesoclima, ou clima local: corresponde a uma situação particular do macroclima. Normalmente, é possível caracterizar um mesoclima através dos dados de uma estação meteorológica. A superfície abrangida por um mesoclima pode ser muito variável.

Microclima, corresponde às condições climáticas de uma superfície realmente pequena. Pode ser concebido e alterado pelo arquitecto, sendo que as particularidades climáticas podem induzir a soluções arquitectónicas mais adequadas quanto o bem-estar dos potenciais utentes. Nesta escala climática a vegetação, a topografia, o tipo de solo e a presença de obstáculos naturais e artificiais irão influenciar directamente nas condições locais.

"Adequar a arquitectura ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao Homem condições de conforto… à arquitectura cabe, tanto amenizar as sensações de desconforto impostas por climas mais agressivos, tais como os de excessivos calor, frio e ventos, como também propiciar ambientes que sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas mais amenos." *Anésia [31].*

As variáveis climáticas que mais interferem no desempenho térmico dos espaços construídos são: a oscilação diária e anual da temperatura e humidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância da época e o sentido dos ventos e os índices pluviométricos.

Em termos de estudos desenvolvidos relacionados com o Clima destacam-se os estudos de *Bouges [35]*, *Trewartha [36], Chandler [37];* bem como os de *Dahl [38], Hausladen , Saldanha, Liedl e Sager [39]* e *Hulme et al. [40]* . No âmbito do microclima encontram-se os estudos de *Brown* e *Gillespie [41].* Quanto a estudos relacionados ao Clima em Portugal destacam-se os estudos de *Aguiar [42] [43],* e de *Alcoforado [44] [45].*

Conforto:

A Arquitectura deve servir ao Homem e ao seu conforto, o que inclui o seu conforto térmico; ou seja a Arquitectura também deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior de seus edifícios, independentemente das condições climáticas exteriores.

As exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas com o funcionamento de seu organismo. Quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico.

As variáveis do conforto térmico são diversas, tendo sido desenvolvido um conjunto de estudos que procuram determinar as condições de conforto térmico e os vários graus de conforto ou desconforto por frio ou por calor.

Figura 1.20: Ilustração do Homem e o conforto térmico.

No âmbito do conforto térmico destacam-se os documentos relativos as normas *ANSI/ASHRAE Standard 55 [46]*, e *ISO 7730 [47],* e os estudos realizados por *Fanger [48], Baker [49], Humphreys e Nicol [50] [51],* e *Olesen [52].*

Ao se definir as temperaturas de conforto (limite inferior e superior), assume-se que ao se obter temperaturas interiores inferiores a temperatura mínima de conforto ou superiores a temperatura máxima de conforto; o excesso ou a falta de calor será suprido através do auxílio de sistemas de climatização. Desta forma, quanto mais tempo o ambiente interior em questão apresentar temperaturas que estejam fora destes limites, mais se recorrerá a um sistema mecânico e consequentemente maior será o dispêndio de energia para manter as temperaturas interiores dentro dos limites de conforto.

Assim os edifícios apresentam um melhor comportamento térmico, na medida que conseguem (ao longo do ano) manter suas temperaturas interiores dentro dos limites de conforto recorrendo o menos possível a sistemas de climatização e com um menor dispêndio de energia possível.

Os valores referentes as necessidades de Inverno e de Verão dependem directamente dos valores de temperatura de conforto máximo e mínimo estabelecidos, pois quanto mais alargada for a zona de conforto menor serão os valores de necessidades a serem obtidos; e quanto mais próximo entre si forem as temperaturas máximas (Max.) e mínimas (Min.) de conforto, maior serão os valores de necessidades a serem obtidos.

Na Regulamentação Térmica em vigor em Portugal DL80/2006 (RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) é considerado como temperatura de conforto na estação de Aquecimento 20°C, e na Estação de Arrefecimento 25 °C; com uma humidade relativa de 50% HR.

Para este trabalho em questão será adoptado em consonância ao DL80/2006 como limite inferior uma temperatura de conforto mínima de 20°C; e como limite superior uma temperatura de conforto máximo de 25°C, com possibilidade de se considerar até ±2°C sobre estes limites (limites alargados).

Sistemas Passivos, Sustentabilidade e Estratégias "*Energia-Zero"*:

Os sistemas solares passivos são sistemas integrados aos edifícios, cujo objectivo é o de contribuir para um melhor comportamento térmico e uma melhor eficiência energética dos mesmos, de forma a se ter em consideração as condições climáticas locais.

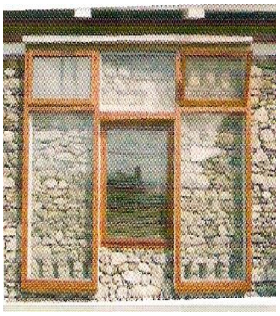




Figura 1.21: Exemplos de Sistemas Passivos de Aquecimento.

Sistemas Passivos de Aquecimento:

- Ganho Directo: o espaço a aquecer dispõe de vãos envidraçados bem orientados por forma a possibilitar a incidência da radiação no espaço e nas massas térmicas envolventes (paredes e pavimentos).

- Ganho Indirecto ou desfasado: a massa térmica situa-se entre a superfície de ganho e o espaço a aquecer. A massa térmica absorve a energia solar nela incidente, sendo posteriormente transferida para o espaço, entretanto a transferência de calor pode ser imediata ou desfasada, conforme a estratégia adoptada (Parede Trombe, Parede de Massa Térmica, Colunas de água).

- Ganho Isolado (compreende as Estufas e Colectores a Ar): Nos sistemas de ganho isolado, a captação dos ganhos solares e o armazenamento da energia captada não se encontram nas áreas ocupadas dos edifícios.



Figura 1.22: Exemplos de Sistemas Passivos de Arrefecimento.

Sistemas Passivos de Arrefecimento:

- Ventilação Natural: a simples promoção da circulação do ar contribui para a diminuição da temperatura interior e ainda para a remoção do calor armazenado na massa térmica. Em termos de conforto térmico, pode promover perdas de calor por convecção e evaporação nos ocupantes.

- Arrefecimento pelo Solo: o solo, no Verão, apresenta temperaturas inferiores á temperatura exterior, assim apresenta-se como uma importante fonte de dissipação de calor.

- Arrefecimento Evaporativo: esta estratégia baseia-se na diminuição de temperatura associada à mudança de fase da água, do estado líquido ao estado de vapor.

- Arrefecimento Radiativo: a emissão de radiação por parte dos elementos da envolvente exterior de um edifício poderá ser utilizada no arrefecimento do mesmo, estratégia decorrente principalmente no período nocturno (na ausência de radiação solar directa).

Quanto aos estudos desenvolvidos no âmbito das estratégias de concepção e construção dos edifícios tendo em conta as condições climáticas do local e da sua interacção com o clima (Sistemas Solares Passivos), destacam-se os estudos de *Olgyay [53] [54], Givoni [55] [56] [57] [58] [59], Santamouris [60] [61] [62] [63], Watson [64] [65], Schnieders [66] [67], Yannas [68] e Wrigth [69].* Em termos de guias de referência disponíveis encontram-se as publicações de *Steven [70], Chiras [71], Kachadorian [72], Bainbridge e Haggard [73] [74],* e *Goulding, Lewis e Steemers [75].*

A aplicabilidade de alguns Sistemas Solares Passivos em Portugal destacam-se nos estudos de *Gonçalves [76] [77] [78] [79] [80] [81] [82] [83], Oliveira [84]*, ainda importa referir os trabalhos de *Moita [85], Canha da Piedade [86],* e *Gomes [87].*

A ventilação natural apresenta relativa importância quanto ao suprimento de oxigénio, na diluição da concentração de gás carbónico, bem como na remoção do excesso de calor dos ambientes. Os excessivos ganhos de calor podem resultar em desconforto térmico, de forma que a ventilação natural pode auxiliar na promoção de melhores condições termo-higrométricas; sendo esta uma mais-valia na estação de arrefecimento possibilitando trocas de calor por convecção e evaporação.

Desta forma, a ventilação natural apresenta-se como um aspecto relevante na determinação do balanço energético dos edifícios, sendo imprescindível uma correcta caracterização dos níveis de qualidade do ar interior. Nesta área realça-se os estudos desenvolvidos por: *Santamouris e Allard [88], Liddament [89], Saraiva [90], Toledo [91], Maldonado e Afonso [92].* No âmbito da qualidade do ar e dos sistemas energéticos dos edifícios, Portugal conta com o Decreto-Lei N 78/06 de 4 de Abril.

No que se refere a estudos, trabalhos e publicações relacionados a sustentabilidade destacam-se os de: *Lewis [93], Lechner [94], Stang e Hawthorne [95], Jodidio [96], Wines [97], Szokolay [98], Gissen [99], Ray-Jones [100], Hegger, Fuchs, Stark e Zeumer [101] e Williams [102]* no âmbito da sustentabilidade e Arquitectura; os de *Kibert [103], Means [104], Yudelson [105], Serrats [106], Benitez e Vidiella [107]*, no âmbito da sustentabilidade e os edifícios; os de *Cooper, Evans e Boyko [108],* no âmbito de projectos de cidades sustentáveis; bem como os de *Anderson [109], Kubba [110], Kwok e Grondzik [111], Meisel [112], Anink e Chiel [113], Johnston e Gibson [114],* no que se refere aos fundamentos, praticas e guias no âmbito da sustentabilidade.


Figura 1.23: Edifício em Dezhou (China) e Edifício Solar XXI em Lisboa (Portugal).

Para se chegar a "zero" se faz necessário um projecto de arquitectura adequado visando melhoras na envolvente do edifício e dos sistemas, bem como requer o uso intensivo de fontes de energia renováveis, incluindo o aquecimento solar, arrefecimento solar, energia solar fotovoltaica, biocombustíveis e outras fontes de geração de energia limpa.

A opção "net zero" conduz a soluções conectadas (em rede) que optimizam a distribuição de energia, geração e armazenamento, de forma que a "rede zero" (NZEBs) visa a obtenção de um balanço anual entre a oferta e a demanda de energia; isto através da interacção com as redes de electricidade e outras utilidades, tais como sistemas de energia da comunidade.

Em termos de guias de referência disponíveis neste âmbito encontram-se as publicações de: *Johnston e Gibson [115], Chiras [116] [117], Kemp [118], Guzowski [119], Arasteh, Carmody, Heschong e Selkowitz [120], e Lerum [121].* Entretanto verificam-se estudos desenvolvidos ainda neste contexto, tais como os de*: Goulding,*

Lewis e Steemers [122], Sayigh [123], Milne [124], Gommans [125], Kyprianou [126], Hernandez [127], Chávez [128], Wilde [129], Ramon [130], Verbeek e Hens [131], e *Gonçalves [132].*

Edifícios:

A envolvente dos edifícios e os materiais que a constituem, são importantes para definir a qualidade térmica da edificação, sendo que a necessidade de optimização energética veio impulsionar uma reavaliação do papel da mesma.

As trocas de calor entre o meio exterior e o interior têm como centro a envolvente construtiva (a envolvente do edifício) que abriga o ser humano. Estas trocas dão-se diferentemente consoante os tipos de materiais e proporções em que estão aplicados num determinado edifício.

O Sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício representando sempre um certo ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas da envolvente do edifício. Os elementos da edificação, quando expostos aos raios solares, directos ou difusos, ambos radiação de alta temperatura, podem ser classificados como: a) opacos; b) transparentes ou translúcidos; sendo que a principal diferença entre estes dois é a capacidade ou incapacidade de transmitir a radiação solar para o ambiente interno (parcela transmitida que actuará nas condições interiores).

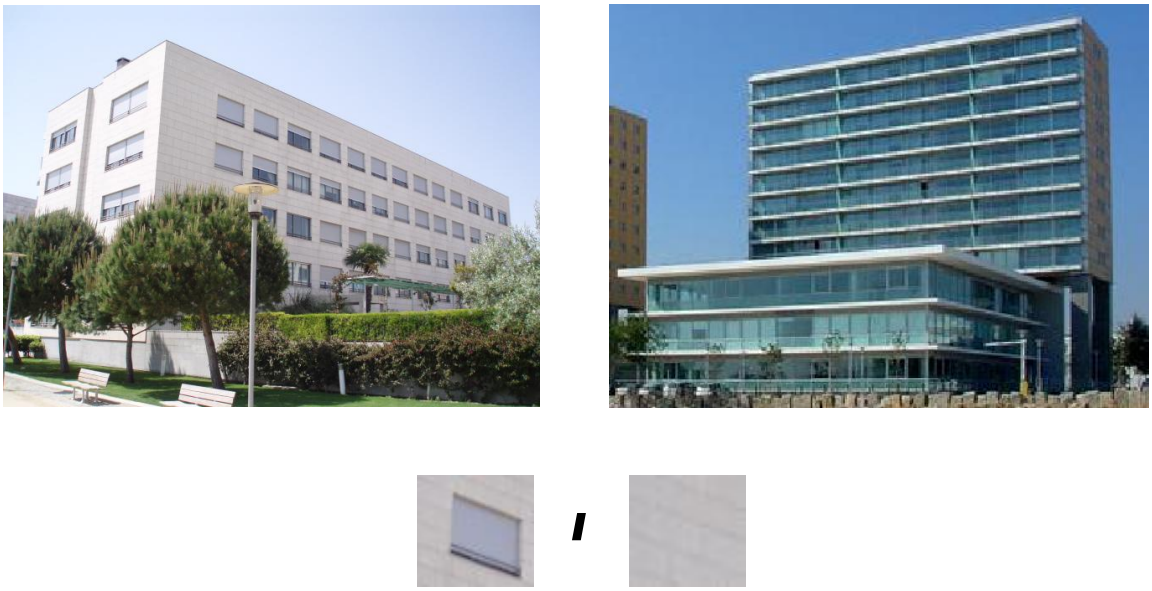


Figura 1.24: Exemplo relação de proporção entre envolvente opaca e não-opaca na envolvente exterior de edifícios, exemplo Edifícios Parque das Nações, Lisboa.

A envolvente de um edifício é um elemento condicionante do comportamento e da qualidade do ambiente que este delimita. Em termos da pele dos edifícios pode-se referir os estudos de: *Schittich, Lang e Krippner [133], Lovell [134]* onde a envolvente dos edifícios é abordada de forma integrada a arquitectura; em *Knaack, Klein, Bilow e Auer [135]* são retratados os princípios construtivos das fachadas; *Bechthold [136]* evidencia a aplicação de superfícies estruturais inovadoras; em *Hausladen, Saldanha e Liedl [137]* abordam o conceito de "*climateSkin*"; em *Linda Brock [138]* é apresentado um guia referente a envolvente vertical exterior. No que tange fachadas inteligentes e interactivas encontram-se os estudos de: *Moe [139]* o qual retrata as superfícies termicamente activas na arquitectura, em *Klooster [140]* são evidenciadas as superfícies inteligentes com aplicações na arquitectura, em *Fox e Kemp [141]* é apresentada uma abordagem referente a arquitectura interactiva*, Kronenburg [142]* apresenta uma abordagem na qual a arquitectura responde mediante determinadas alterações e condições, em *Ochoa [143]* são apresentados estudos de fachadas inteligentes em climas quentes, e em *Altomonte [144] são apresentados estudos referentes a fachadas comutáveis.*

No que tange a envolvente não-opaca dos edifícios, é de se referir as publicações de: *Crisinel, Eekhout, Haldimann e Visser [145]* onde é apresentada uma abordagem referente aos vidros e envolventes interactivas em edifícios; em *Weller, Unnewehr, Tasche e Härth [146]* são apresentados detalhes práticos do material vidro nos edifícios*; Schittich, Staib, Balkow, Schuler e Sobek [147]* apresentam um manual construtivo referente ao material vidro; em *Murray [148]* são evidenciadas paredes cortina na arquitectura contemporânea; em *Loughran [149] , Richards [150]* são referenciadas as novas arquitecturas em vidro; *Bell e Kim [151]* evidenciam os efeitos do vidro em termos visuais e espaciais; *Daab [152], Uffelen [153], McBride [154], em Arasteh, Carmody, Lee, Selkowitz [155]* são apresentados sistemas de janelas para edifícios de elevado desempenho, e em *Göteborg [156] é apresentada uma abordagem referente as janelas em projecto de edifícios.*

Relativamente a estudos publicados em revistas ainda no âmbito dos edifícios envidraçados é de se referir: *Ourghi, Al-Anzi e Krarti [157]* onde é apresentado um método para prever a influência da forma sobre o consumo em edifícios de serviços, em *Feldmann, Kasper e Pilsl [158]* são evidenciadas as aplicações estruturais do vidro, em *Hwang e Shu [159]* é apresentado um estudo referente a envolvente e o conforto térmico em edifícios envidraçados, em *Gijon-Rivera, Alvarez, Beausoleil-Morrison e Xaman [160]* é apresentado um estudo de desempenho térmico de um escritório envidraçado, em *Qahtan, Keumala, Rao e Abdul-Samad [161]* os estudos são direccionados ao desempenho térmico de fachadas envidraçadas, em *Gasparella, Pernigotto, Cappelletti, Romagnoni e Baggio [162]* é apresentada uma análise e modelação do desempenho térmico de sistemas de janelas e envidraçados para edifícios residenciais bem isolados, os estudos de *Noh-Pat, Xaman, Alvarez*, *Chavez e Arce [163]* é apresentada uma análise térmica para uma unidade com vidros duplos e sem película de controlo solar, em *Hassouneh, Alshboul e Al-Salaymeh [164]* os estudos remetem a influência das janelas no balanço energético em edifícios de apartamentos, *Lollini, Danza e Meroni [165]* abordam a eficiência energética de um sistema de envidraçado dinâmico, *Chow, Li e Lin [166]* apresentam estudos referentes a janelas solares inovadoras para demanda de arrefecimento, em *Bai, e Qi [167]* é apresentado um estudo sobre as características térmicas e factores de influência em edifícios com parede de vidro, nos estudos realizados por *Poirazis, Blomsterberg e Wall [168]* remetem a simulação energética para edifícios de serviços envidraçados, em *Yu, Yang e Tian [169]* são apresentados estudos referentes a envolvente em edifícios residenciais associados a um baixo consumo, em *Yu, Yang, Tian e Liao [170]* são apresentados estudos de desempenho energético dos sistemas de janelas em edifícios residenciais, *Siebert e Maniatis [171]* apresentam estudos relativos a construções em vidro, em *Kim, Kim e Park [172]* são apresentadas algumas abordagens de projecto para melhorar o nível de conforto em pequeno edifício envidraçado, os estudos de *Bouden [173]* referem-se a influência das cortinas de vidro no consumo dos edifícios.

No que tange a estudos desenvolvidos relativamente a dispositivos de protecção solar (superfícies sombreadoras) nos envidraçados destacam-se os de: *Chow, Li e Lin [174], Bessoudo, Tzempelikos Athienitis e Zmeureanu [175] [176], Chua, Chou e Siaw [177], Jonsson e Roos [178], Simmler e Binder [179], Xu e Yang [180].* Relativamente aos vidros propriamente dito destacam-se os estudos de: *Arici e Karabay [181], Saeli, Piccirillo, Parkin, Binions e Ridley [182] [183], Piccolo [184], Gueymard e duPont [185], Hamza [186], Bahaj, James e Jentsch [187].*

Quanto a estudos relacionados a envolvente não-opaca e estratégias passivas e de sustentabilidade, pode-se referir: *Kaushika, e Mozumder [188], Gutierrez e Aponte [189], Omer [190], Hatamipour e Abedi. [191], Fung e Yang [192]*, *Selkowitz [193], Balaras, Gaglia, Georgopoulou, Mirasgedis, Sarafidis, Lalas [194].* No âmbito dos envidraçados associados a ventilação encontram-se os estudos de *Hashemi, Fayaz e Sarshar [195] e de Gosselin, e Chen [196].*

Relativamente aos estudos dos elementos transparentes associados a massa térmica e isolamento térmico pode-se evidenciar: *Buratti e Moretti [197], Ozkan e Onan [198], Kaynakli [199], Heim [200]* e os *de Zebergs, Zeltins, Davis e Vrublevskis [201].*

1.3 Identificação do Problema

Tendo em consideração o conjunto de informações presentes no Enquadramento deste Capítulo I (em síntese nos itens a seguir); em sequência é evidenciada a principal questão que se coloca no presente estudo.

- As trocas térmicas em um edifício ocorrem principalmente através dos elementos transparentes;

- A envolvente não-opaca (envidraçado) pode ser considerada o elemento da envolvente a permitir um maior controlo da radiação, ventilação e iluminação natural;

- O vidro assim como outros materiais transparentes e translúcidos são considerados essenciais para o sucesso da implementação da maior parte dos Sistemas Solares Passivos (SSP);

- O crescente interesse pelo material vidro na construção;

- Ao longo das últimas décadas verifica-se o aumento das áreas envidraçadas nos edifícios residenciais em Portugal (verifica-se actualmente edifícios residenciais com áreas de envidraçados entre 65% a 85% da fachada);

- O Panorama Energético Nacional, com a perspectiva de que os edifícios (representam cerca de 30% do consumo de energia final do País) sejam concebidos de forma a maximizar o seu desempenho térmico energético e a minimizar os consumos e as emissões de gases de efeito estufa.

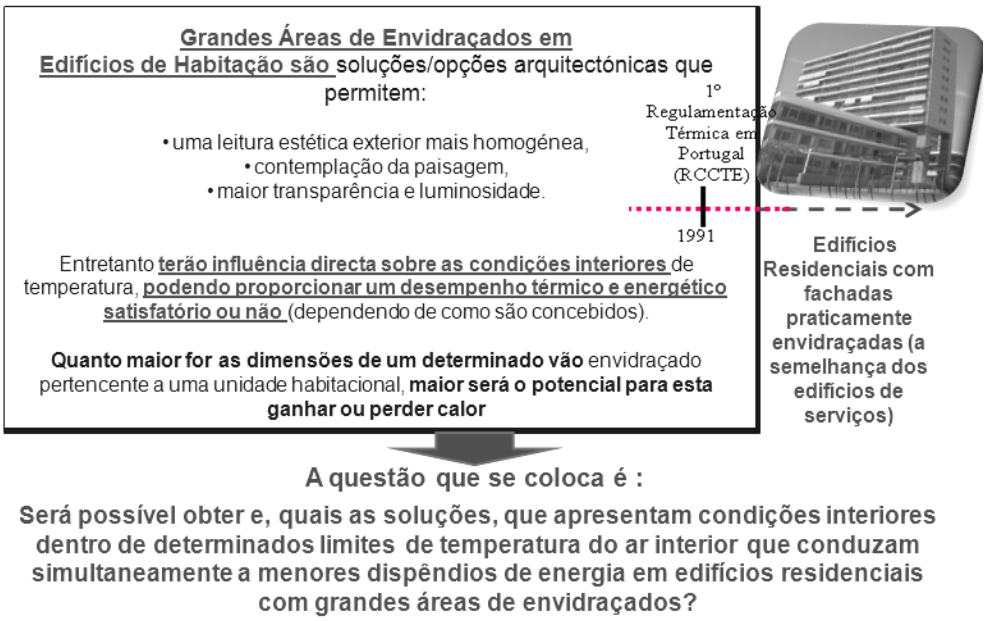


Figura 1.25: Identificação do Problema e a Questão Central do Estudo.

Portanto, a principal questão que se coloca no presente estudo: "É possível, por meio de soluções arquitectónicas intrinsecamente relacionadas com os principais elementos que constituem os Sistemas Solares Passivos, obter condições interiores de temperatura que não conduzam a elevados consumos de energia, em edifícios com até 80% (mas principalmente entre 60%-80%) de fachadas transparentes; isto sem deixar de perspectivar a satisfação de seus ocupantes e possíveis exigências futuras associadas a qualidade térmica-energética dos edifícios localizados no território nacional entre as latitudes abrangidas pelo Clima Mediterrânico".

1.4 Objectivos

Ao considerar a questão central do presente estudo, a seguir são evidenciados os principais objectivos estabelecidos para o mesmo.

Objectivos Gerais:

- Contribuir para que os edifícios sejam concebidos de forma a maximizar o seu desempenho térmico energético e a minimizar os consumos e as emissões de gases de efeito estufa.

- Contribuir para que as metas estabelecidas na Estratégia Europa 2020, no Roteiro de Transição para uma economia de baixo carbono competitivo em 2050 sejam cumpridas; bem como a política de zero carbono proposta de revisão da Directiva do Desempenho Energético dos Edifícios;

Objectivos Específicos:

- Verificar a possibilidade de se obter condições interiores de temperatura que traduzam num menor dispêndio de energia em soluções com grandes áreas de envidraçados (mais de 60% das fachadas envidraçadas); localizadas na cidade de Lisboa;

- Verificar a influência de diferentes parâmetros sobre o comportamento térmico e energético de soluções com grandes áreas de envidraçados, parâmetros principalmente relacionados com os diferentes elementos que constituem um Sistema Solar Passivo;

- Verificar quais características construtivas passam a apresentar maior relevância a medida que a área de envolvente opaca é reduzida; pois em edifícios onde a área da superfície envidraçada (não-opaca) são superiores às superfícies opacas, a influência dos elementos opacos nas condições interiores poderá ser menor a medida que a sua área/superfície na envolvente exterior vai sendo reduzida; e portanto poderão ser outras características construtivas a ganharem importância e a auxiliar a proporcionar melhores condições interiores.

- Observar um conjunto de soluções construtivas capazes de representar um universo alargado de soluções presentes no parque edificado português (tendo a envolvente não-opaca como elemento principal), por forma à verificar as implicações directas das diferentes intenções de projecto sobre as condições interiores em termos de temperatura e de necessidades energéticas, ambas de forma integrada;

- Auxiliar o profissional arquitecto nas tomadas de decisões ainda numa fase inicial de projecto (trazer conhecimentos que possam ser adoptados na pratica), isto considerando os resultados obtidos a partir do estudo em questão.

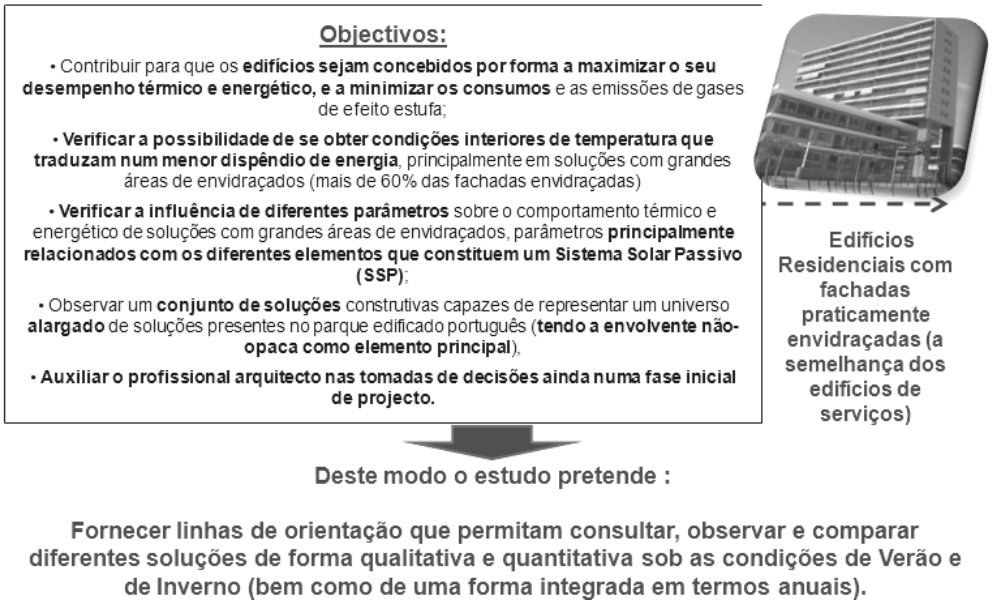


Figura 1.26: Esquema Principais Objectivos do Estudo.

1.5 Metodologia do Estudo - Introdução

A seguir é apresentada uma breve introdução a Metodologia presente no estudo, sendo esta retomada no início de cada Capítulo de forma mais aprofundada.

O estudo desenvolveu-se em diferentes etapas, sendo que após a Identificação do Problema e da Selecção do Objecto de Estudo, o mesmo contou com uma componente experimental, uma componente numérica, sendo desenvolvida posteriormente uma Matriz de soluções, culminando num conjunto de dados e informações de interesse ao profissional arquitecto.

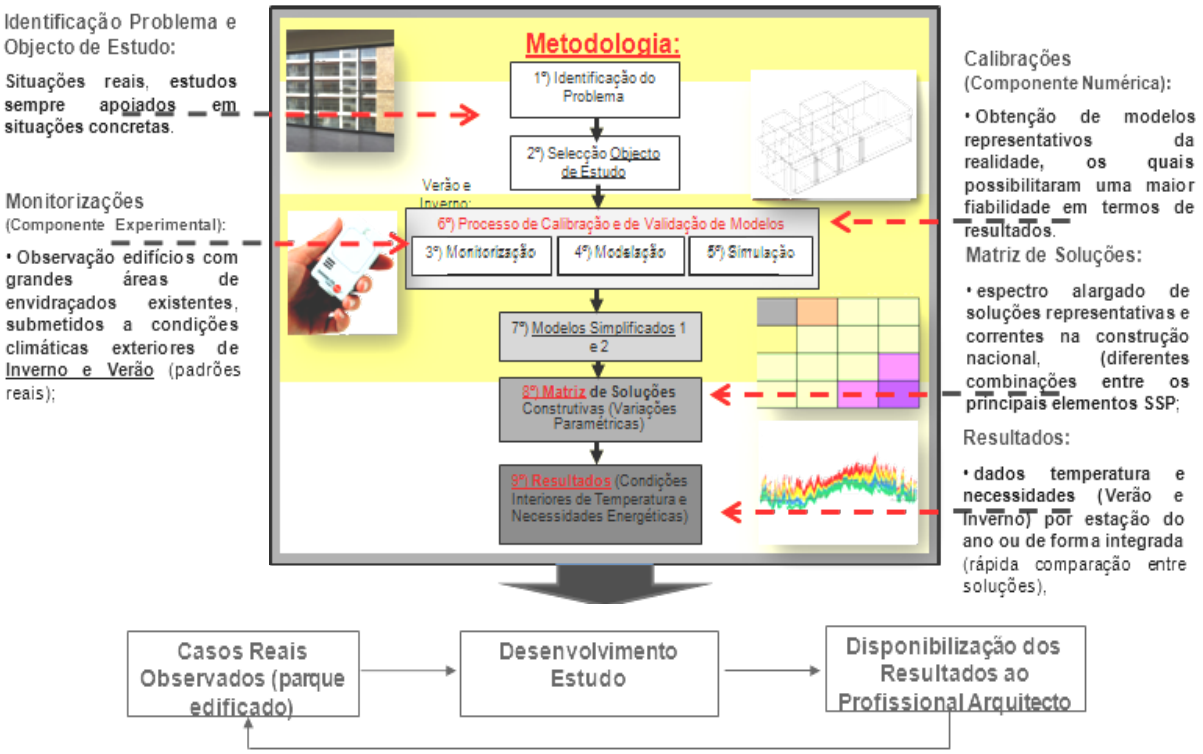


Figura 1.27: Esquema Metodologia do Estudo.

Os estudos desenvolvidos relativamente a componente experimental (monitorizações), decorreram ao longo de 2 anos consecutivos (nas estações de Verão e de Inverno, entre 2007 e 2009), incidindo em edifícios do parque edificado nacional com características relevantes para o estudo, ou seja em edifícios com áreas de envidraçados superiores a 60% das fachadas em que estão inseridos, de forma a permitir observar situações reais e concretas (existentes no parque edificado).

Ao todo foram observados 22 unidades habitacionais, em duas campanhas de Verão e duas de Inverno, tendo estas decorridas para a maior parte das unidades ao longo de 15 dias. As condições exteriores foram obtidas através da Estação Meteorológica localizada no Edifício Solar XXI (LNEG - Campus do Lumiar), e as condições interiores foram obtidas através da instalação de mini dataloggers no interior das unidas (ambientes sala e quarto), tendo sido também registado o padrão de ocupação e de utilização. Também foi registado a opinião dos utentes a partir da aplicação de inquéritos direcionados para as questões de conforto (Verão e Inverno), o que permitiu observar a satisfação dos mesmos para com suas respectivas unidades em termos térmicos, lumínicos entre outros. Observação: na *Secção 2.2 do Capítulo II* é possível observar de forma mais aprofundada a metodologia correspondente aos estudos desenvolvidos no processo de monitorização.

O conjunto de dados e informações obtidos ao longo das diversas campanhas de monitorizações realizadas entre 2007 e 2009, permitiu obter através de um processo de modelação, simulação e de calibração (componente numérica); modelos representativos da realidade capazes de proporcionarem maior fiabilidade em termos de resultados. O processo de calibração contou com o apoio do *software* de simulação térmica EnergyPlus (*E+*), tendo este processo decorrido em três fases distintas:

- Calibração1: construção de modelos geométricos detalhados (no software de simulação térmica *E+*), a semelhança das unidades da amostra sob as condições em que foram monitorizadas (Verão e Inverno), tendo sido estes comparados em termos de resultados (dados monitorização e simulação correspondente a cada unidade habitacional da amostra);

- Calibração 2: construção de modelos geométricos simplificados (no software de simulação térmica *E+*), capazes de responderem a semelhança dos modelos detalhados;

- Calibração 3: modelos simplificados e modelos detalhados foram submetidos a diferentes variações paramétricas (Verão e Inverno).

Os Modelos Simplificados correspondem a dois Modelos capazes de representar algumas tipologias frequentes e observadas no sector residencial nacional: Modelo1 com uma face exposta (1 zona térmica) e Modelo 2 com 2 faces expostas opostas (2 zonas térmicas). Tendo sido os modelos simplificados adoptados (após processo de calibração) como modelos de base para uma Matriz de soluções, a qual procura percorrer um espectro alargado de soluções correntes na construção nacional, contemplando diferentes combinações entre os principais elementos que constituem um sistema solar passivo (SSP). Na *Secção 3.2 do Capítulo III* assim como na *Secção 4.2 do Capítulo IV*, constam de forma mais pormenorizada a metodologia correspondente aos estudos desenvolvidos no processo de calibração e de parametrização (Matriz de Soluções).

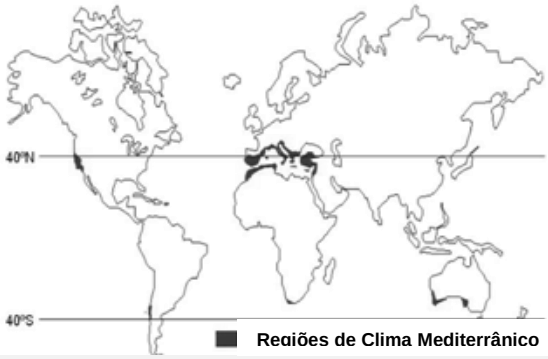
Somente após o processo de monitorização, modelação e calibração, pode-se tomar os modelos simplificados como base para a realização dos estudos de parametrização com desenvolvimento de uma Matriz de soluções centrados nos aspectos de interesse ao profissional arquitecto (prática profissional) no que se refere a edifícios com grandes áreas de envidraçados.

As diversas soluções contempladas na Matriz foram simuladas também com o auxílio do *software* de simulação térmica EnergyPlus (*E+*) sob duas formas distintas:

- Regime flutuante: permitindo obter dados de temperatura;

- Regime termostático (tendo sido estabelecido temperaturas de controlo de 20ºC para estação de aquecimento e de 25ºC para estação de arrefecimento): permitindo obter dados de necessidades de arrefecimento, aquecimento e anuais totais.

A cidade de Lisboa e seu Clima foram considerados ao longo do estudo (observação do parque edificado, processo de monitorização, simulações, e nos estudos paramétricos) no âmbito da aplicação da metodologia proposta no mesmo, de forma a representar um clima tipicamente Mediterrânico como ilustrado na Figura 1.28.



Lisboa é uma das capitais mais amenas da Europa, com um clima semelhante aos dos países mediterrâneos (segundo a classificação climática de Köppen), clima localizado principalmente nas regiões entre as latitudes 30° e 40° (para norte ou para sul), sendo predominante no sul da Europa, norte de África, Golfo do México, costa oeste dos Estados Unidos, sudeste da China, sudeste da Austrália, sul do Chile, e oeste do Oriente Médio.

Figura 1.28: Regiões de Clima Mediterrâneo.

Assim foi possível obter um conjunto de dados e informações relativamente ao desempenho térmico e energético das soluções (dados temperatura e necessidades), os quais permitem estabelecer comparações entre as diversas soluções da Matriz de forma qualitativa e quantitativa (para os modelos geométricos simplificados obtidos após processo de monitorização e de calibração), não só para a estação de aquecimento e de arrefecimento, mas também ao longo do ano todo.

1.6 Estrutura e Organização do Trabalho

Primeiro Capítulo:

No primeiro Capítulo é apresentada a Introdução referente ao conjunto do trabalho realizado, bem como o enquadramento e os objectivos inerentes ao mesmo.

Associado a este Capítulo ainda é apresentado uma secção, a qual reúne alguns assuntos e estudos bibliográficos importantes.

Segundo Capítulo:

O Segundo Capítulo engloba um conjunto de secções referentes ao Processo de Monitorizações desenvolvido neste estudo. Este Capítulo é composto por Introdução, Metodologia Monitorizações, Análise Inquéritos e Monitorizações Efectuadas e Conclusões (somente referente a esta fase do estudo).

Relacionado a esta fase de estudo e a este Segundo Capítulo, no Anexo 2.1 constam dados e informações de apoio referentes às monitorizações decorridas ao longo das diversas campanhas, realizadas nos períodos de Verão e de Inverno entre 2007 e 2009.

Terceiro Capítulo:

No Terceiro Capítulo é apresentado um conjunto de secções referentes as Simulações e ao Processo de Calibração de Modelos desenvolvidos neste estudo. Este Capítulo apresenta Introdução, Metodologia Simulações, Análise das Simulações Efectuadas no Processo de Calibração e de Verificação de Modelos, e Conclusões (somente referente a esta fase de simulações).

Relacionado ainda a esta fase de estudo, no Anexos 3.1 é apresentado um conjunto de dados e informações obtidos por simulação (primeira, segunda e terceira fase de calibração dos modelos) para as diferentes fracções monitorizadas nos períodos de Verão e de Inverno, assim como também consta neste mesmo Anexo 3.1 descrições mais específicas quanto as adopções tomadas com o software de simulação térmica escolhido para o estudo.

Quarto Capítulo:

Neste Capítulo o principal enfoque decorre sobre um conjunto de soluções construtivas, com base nos modelos simplificados devidamente calibrados e validados através dos processos de monitorização, simulação e calibração; assim de modo a constituírem uma Matriz de soluções desenvolvida para este estudo. Sendo assim apresentado no Quarto Capítulo as secções referentes a Introdução, a Metodologia com descrição das Variáveis adoptadas no estudo e tipo de dados a serem obtidos, Análise das Simulações Efectuadas para as soluções da Matriz (engloba análise geral e análise de sensibilidade para os diferentes Modelos).

Relacionado ainda a esta fase de estudo, também é apresentada uma secção referente a BASE de DADOS interactiva, a qual foi construída no software Excel versão 2007 para que os dados obtidos nesta fase do estudo relativamente as diferentes soluções da Matriz também possam vir a ser consultados de uma forma rápida com possibilidades de se efectuar comparações entre os mesmos. Exemplos de aplicação desta BASE de DADOS foram efectuados considerando soluções capazes de representas as fracções monitorizadas inicialmente neste estudo (amostra inicial de unidades habitacionais), sendo possível observar estes no Anexo 4.1.

No Anexo 4.2 é apresentado um Manual para consulta de um conjunto de gráficos obtidos com base nos dados de temperatura interior conseguidos por simulação no *E+* (software de simulação térmica adoptado) para as diferentes soluções presentes na Matriz deste estudo.

Quinto Capítulo:

Neste último Capítulo é apresentada uma síntese do estudo desenvolvido e os principais resultados obtidos, sendo também enfatizado a relevância do estudo e o seu carácter inovador. Por último são colocadas algumas das questões relacionadas com possíveis trabalhos futuros.

CAPÍTULO II – MONITORIZAÇÕES

2.1 Introdução Monitorizações

Os estudos realizados referentes as Monitorizações teve início a partir de um conjunto de campanhas realizadas nas estações de Verão e de Inverno dos anos de 2007 a 2009 nos diferentes edifícios e fracções seleccionados para o estudo, obtendo assim um conjunto de informações e observações de base importantes.

Para a realização destas campanhas foram efectuados estudos de selecção e caracterização dos edifícios e unidades habitacionais a serem adoptados como objecto de estudo, tendo sido solicitado o projecto dos mesmos aos respectivos ateliês responsáveis (implantação, plantas tipo, cortes, fachadas, pormenores construtivos, memória descritiva e outros necessários para a compreensão do desempenho térmico das unidades habitacionais).

Tendo em posse o projecto dos edifícios em questão efectuou-se um estudo de selecção das unidades habitacionais de interesse; isto considerando as diferentes tipologias e orientações presentes nos mesmos. Assim o conjunto de fracções seleccionadas abrange (quando possível) diferentes tipologias em diferentes pisos (geralmente em andar intermédio e cobertura) nas diversas orientações.

Desta forma, os edifícios e unidades habitacionais seleccionados foram caracterizados consoante a sua latitude, longitude, orientação solar da unidade e fachada principal, dimensões compartimentos, área pavimento, relação da área de envidraçado sobre a área de pavimento, relação da área de envidraçado sobre o volume, relação da área de envidraçado sobre a fachada, factor de forma entre outros.

Após a definição das unidades de interesse, houve um trabalho de persistência junto aos moradores, condomínios entre outros; isto para serem obtidas as permissões necessárias para a realização das diversas monitorizações nas diferentes fracções ao longo da estação quente e da estação fria. Todas as fracções em que se conseguiu permissão para realização das monitorizações, foram monitorizadas pelo menos uma vez na estação quente e na estação fria; sendo que no total foram consideradas para o estudo 22 fracções.

Durante as campanhas de monitorização foram instalados no interior das fracções sensores higrotérmicos (mini dataloggers) devidamente identificados, os quais são capazes de medir temperatura e humidade relativa do ar. Estes foram instalados, sempre que possível, nos ambientes das fracções com utilizações distintas onde os utilizadores tendem a permanecer por mais tempo (normalmente instalados em um quarto e na sala). As campanhas tiveram uma duração de 15 Dias em média (suficiente para considerar os principais fenómenos que interferem no clima de Lisboa), entretanto algumas prosseguiram por mais tempo.

Para maior compreensão das possíveis interferências sobre os dados a serem obtidos através dos *dataloggers*, foram desenvolvidas algumas fichas de apoio (ficha padrão de ocupação e de utilização), bem como um inquérito direccionado as questões térmicas ao longo do Verão e outro ao longo do Inverno. Sendo estas informações complementares e importantes para a compreensão dos dados obtidos através dos *dataloggers*.

Os inquéritos efectuados junto aos moradores possibilitou recolher informações as quais dão indicações sobre as preferências relativamente a edifícios com grandes áreas de envidraçados ao mesmo tempo que permitem perceber qual a influência desta característica construtiva sobre as sensações dos utentes nas diferentes estações do ano.

Os dados relativos às condições exteriores (Clima Lisboa) tais como Temperatura, Humidade Relativa, Velocidade dos ventos, Direcção dos Ventos e Radiação Global no Plano Horizontal durante os meses de Verão e Inverno decorridos nas diversas campanhas de monitorizações, foram obtidos a partir da Estação Meteorológica localizada no Edifício Solar XXI do actual Laboratório Nacional de energia e Geologia, I.P. (LNEG – Campus do Lumiar)

Também foi elaborado um inquérito direccionado aos profissionais arquitectos, o qual tinha a intenção de consultar e perceber o interesse e a real preocupação por parte destes profissionais relativamente às questões

de conforto térmico entre outros aplicados ao projecto. Este inquérito chegou a ser enviado para uma lista de arquitectos com projectos concluídos no parque edificado português; entretanto foram poucos os que retornaram o mesmo com suas opiniões expressas; o que impossibilitou efectuar uma avaliação mais consistente.

Todas as informações obtidas através das Estações Meteorológicas, dos sensores instalados nos interiores das fracções, dos apontamentos efectuados pelos moradores nas fichas de padrão de ocupação e de utilização, bem como a partir dos inquéritos preenchidos; foram tratados com auxílio de ferramentas computacionais de forma a permitir o desenvolvimento de uma análise e a obtenção de um conjunto de conclusões; as quais poderão ser verificadas de forma mais pormenorizada nas próximas secções deste Capítulo II.

2.2 Metodologia Monitorizações

2.2.1 Objecto de Estudo: Edifícios Seleccionados

Como já mencionado, são claros os avanços no desenvolvimento da produção do material vidro, bem como a desmaterialização das fachadas e a diluição entre parede e a janela dos edifícios. O material vidro mais comummente observado em grande proporção na envolvente de edifícios de serviços, também passa a ser parte constituinte da envolvente de edifícios residenciais (principalmente nos construídos nas duas últimas décadas), de modo a apresentar fachadas praticamente envidraçadas, ou até mesmo o próprio edifício praticamente envidraçado. Desta forma, sendo possível constatar uma transformação nos edifícios residenciais relativamente as suas fachadas e proporções de vãos envidraçados.

Assim, tendo presente os objectivos do estudo, foram seleccionados alguns edifícios residenciais do parque edificado em Lisboa-Portugal, sendo que para a selecção dos mesmos teve-se em conta a evolução dos edifícios de Habitação em Portugal apoiado tanto em estudos bibliográficos como em levantamentos e observação (estudo de campo) no parque edificado, principalmente sobre edifícios projectados e construídos na última década que apresentam relação com a temática do estudo (grandes áreas de envidraçados); bem como tendo a atenção a possíveis potencialidades e problemas correntes na construção no que tange o conforto térmico e os sistemas passivos.

Assim, foram seleccionados alguns edifícios de interesse para o estudo, tendo em conta a presença de determinadas características relevantes para o mesmo; as quais englobam questões relacionadas com as áreas de envidraçados na envolvente, bem como com o conteúdo arquitectónico presente nos edifícios em questão. Os edifícios seleccionados em 2007 (Navitejo, Pertejo e Alcântara-Rio) e em 2008 (Jardins de São Bartolomeu) apresentam-se identificados e em destaque nas Figuras 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5. Observação: Para além destes também foram observados outros edifícios no parque edificado de Lisboa, entretanto estes foram posteriormente excluídos dos estudos subsequentes por apresentarem uma menor relevância em termos metodológicos.

Os edifícios adoptados como objecto de estudo foram construídos após a entrada em vigor da primeira Regulamentação Térmica dos Edifícios (RCCTE, 1991) *[30]*, a qual procurava promover alguns cuidados relativamente às soluções construtivas a serem adoptadas tanto na envolvente opaca como na não-opaca (introdução de isolamento térmico e vidros duplos), visando assim garantir um melhor desempenho térmico e energético dos edifícios.

Figura 2.1: Mapa de Lisboa e Localização dos Edifícios Seleccionados para o Estudo (Edifícios Navitejo, Pertejo, Alcântar-Rio e Jardins de São Bartolomeu) e Estação Meteorológica LNEG.

Edifícios Seleccionados Para o Estudo em 2007:

Edifícios de Habitação Navitejo: (Figura 2.2 Implantação, Vista Exterior e Interior)

Latitude: 38°46'30.03"N Longitude: 9° 5'32.44"W Atelier de Arq.: Aires e Mateus

Figura 2.2: Conjunto de Imagens Edifício Navitejo, Parque das Nações – Lisboa.

Edifícios de Habitação Pertejo: (Figura 2.3 Implantação, Vista Exterior e Interior)

Latitude: 38°47'03.93"N Longitude: 9° 05' 52.47"W Atelier de Arq.: Intergaup

Figura 2.3: Conjunto de Imagens Edifícios Pertejo, Parque das Nações – Lisboa.

Edifícios de Habitação Alcântara-Rio: (Figura 2.4 Implantação, Vista Exterior e Interior)

Latitude: 38°42'18.91"N Longitude: 9° 10' 30.44"W Atelier de Arq.: Frederico Valsassina (FVArquitectos)

Figura 2.4: Conjunto de Imagens Edifícios Alcântara-Rio, Alcântara - Lisboa.

Edifícios Seleccionados Para o Estudo em 2008:

Edifícios de Habitação Jardins de São Bartolomeu: (Figura 2.5 Implantação, Vista Exterior e Interior)

Latitude: 38°46'46.40"N Longitude: 9° 08' 57.86"W Atelier de Arq.: CAS Arquitectos

Figura 2.5: Conjunto de Imagens Edifícios Jardins de São Bartolomeu, Alta de Lisboa - Lisboa.

2.2.1.1 Objecto de Estudo: Fracções Seleccionadas, Amostra Unidades Habitacionais

Tipologia: T4 Piso: 4º
Intermédio
Fachadas: Sul+SSO+E, Norte

Tipologia: T2 Piso: 7º SSE
Intermédio

Tipologia: T2 Piso: 5º ONO
Intermédio

Tipologia: T3 Piso:4º S+N
Intermédio

Tipologia: T1 Piso: 8º O
Intermédio

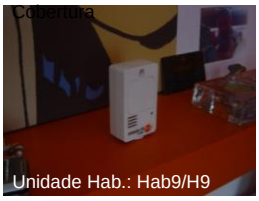
Tipologia: T3 Piso: 3º SSE
Sobrelevado

Tipologia: T2 Piso: 6º
BONO
Cobertura

Tipologia: T3 Piso:9º S+N
Cobertura

Tipologia: T2 Piso: 6º E
Intermédio

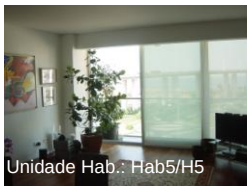
Tipologia: T4/T3 Piso: 11º
SSE, SSE+OSO Cobertura



Tipologia: T2 Piso: 4º SSO
Cobertura

Tipologia: T2 Piso:6º O+E
Intermédio

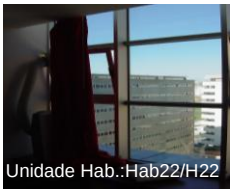
Tipologia: T2 Piso: 9º E
Cobertura



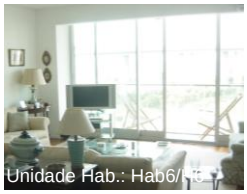
Tipologia: T2 Piso: 9º ENE
Intermédio

Tipologia: T2 Piso: 3º NNE
Intermédio

Tipologia: T2 Piso:9º O+E
Cobertura

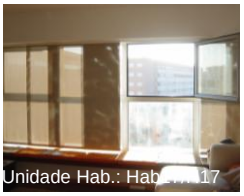


Tipologia: T1 Piso: 9º O
Cobertura



Tipologia: T3 Piso: 7º ENE
Intermédio

Tipologia: T2 Piso: 2º SSO
Intermédio



Tipologia: T2 Piso:8º O+E
Intermédio

Tipologia: T2 Piso: 6º ONO
Cobertura

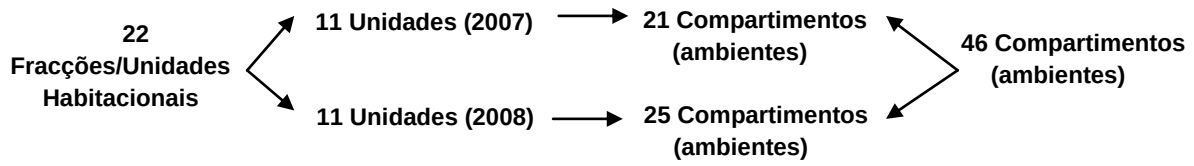
Tipologia: T4 Piso:9º S+N
Cobertura

Figura 2.6: Amostra de Unidades Habitacionais Seleccionadas para o Estudo.

2.2.2 Características da Amostra - Edifícios e Fracções Seleccionados para o Estudo

Durante os anos de 2007 a 2009 foram seleccionadas algumas fracções situadas na Cidade de Lisboa em zonas com vegetação dispersa e praticamente com poucos obstáculos nas proximidades (outros edifícios, construções). Parte das fracções seleccionadas encontram-se em zonas próximas ao Rio Tejo.

Durante o ano de 2007 foram seleccionadas 11 habitações (localizados em andar cobertura, intermédio e sobrelevado), sendo ao todo 21 compartimentos correspondentes a ambientes tipo sala e quarto. Entretanto durante o ano de 2008 foram seleccionadas outras unidades a comporem a amostra inicial, tendo sido introduzido 11 novas habitações (localizados em andar intermédio e cobertura) ao todo 25 compartimentos também correspondendo a ambientes do tipo sala e quarto. Foram efectuadas monitorizações durante a estação de aquecimento e de arrefecimento em todas as fracções seleccionadas, sendo que para algumas as monitorizações de Verão e/ou de Inverno foram efectuadas mais do que uma vez (foram repetidas).



Tendo em conta, as diferentes exposições solares dos diversos compartimentos adoptados é possível dizer que a amostra (2007 a 2009) em questão consegue percorrer as principais orientações. São 14 compartimentos com a principal face envidraçada praticamente a Sul (Sul, SSE, SSO), 15 compartimentos com a principal face envidraçada praticamente a Oeste (ONO), 11 compartimentos com a principal face envidraçada praticamente a Este (ENE e ESE) e 6 compartimentos com a principal face envidraçada praticamente a Norte (Norte e NNE).

Relativamente a localização das fracções nos respectivos edifícios, 55% das unidades estão localizadas em andar intermédio, enquanto 40% em andar cobertura e 5% em andar sobrelevado. Realçando que dentro do universo da amostra existem fracções em piso intermédio e em cobertura dispostos nas principais orientações solares.

A maior parte dos ambientes seleccionados apresentam somente 1 face em contacto com o exterior (total de 35 compartimentos), sendo que estes abrangem as principais disposições solares. Os 10 compartimentos que apresentam 2 faces expostas, abrangem as seguintes combinações de disposições solares: Sul (Sul, SSE, SSO) com Oeste, Sul (Sul, SSE, SSO) com Este, Oeste (ONO) com Norte, Este (ESE) com Norte e Norte (NNE) com Este. Observação: nos comentários anteriores a 1º orientação mencionada da combinação corresponde a face exposta da fracção que possui maior área de envidraçado e a 2º orientação corresponde a face que possui menor envidraçado ou nenhum.

A maior parte dos compartimentos monitorizados apresentam áreas de envidraçados superiores a 60% da área da face exposta correspondente, são ao todo 38 compartimentos, sendo que em alguns casos esta relação é próxima dos 90%. Somente 8 compartimentos apresentam áreas de envidraçados entre 34% e 40% da área da face exposta correspondente.

O conjunto de compartimentos apresentam áreas de envidraçados entre 15% a aproximadamente 95% da área de pavimento correspondente, entretanto para a maior parte das unidades em andar intermédio esta relação é de 25%-35%, enquanto para as unidades em andar cobertura esta relação é de 60%-95%.

O factor de forma (FF), ou seja a relação entre volume interior e a área de envolvente em contacto com o exterior varia na amostra seleccionada, entre 0.1 e 0.85.

Com relação a forma e proporção dos ambientes (comprimento e largura - D x L), a amostra abrange tanto a situação quando o comprimento é maior que a largura (envidraçado situado na face de maior perímetro), do que quando a largura é maior que o comprimento (envidraçado situado na face de menor perímetro). Para os compartimentos com 1 face exposta, as situações descritas ocorrem nas diversas orientações solares.

A maior parte das fracções apresentam vidro duplo incolor, somente as fracções situadas em andar cobertura no Edifício Jd. de São Bartolomeu apresentam vidros duplos com características especiais, são vidros do fabricante *Saint Gobain Portugal* (vidros: *SSG KS 147* e *SGG KN 155*).

A maior parte das fracções possuem caixilharia em metal, sendo que somente a fracção do Edifício Navitejo apresenta caixilho de madeira.

Com relação aos sistemas de sombreamento pelo exterior a amostra apresenta sistemas tipo: palas horizontais, estores, persianas e toldos verticais. Nenhuma das fracções apresenta portadas exteriores.

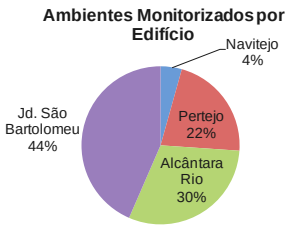
Todas os compartimentos seleccionados apresentam sombreamento exterior tipo pala horizontal, sendo da maior para a menor em largura: Edifício Navitejo (face Sul), Edifícios Pertejo, Edifício Jd. de São Bartolomeu e Edifício Alcântara-Rio. Somente as fracções do Edifício Alcântara-Rio apresentam estores exteriores, enquanto somente as fracções do Edifício Pertejo (face SSE) apresentam toldos verticais (possibilita somente sombreamento parcial dos envidraçados).

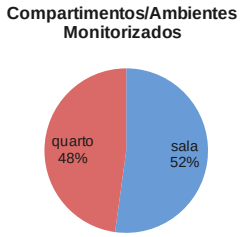
Com relação aos dispositivos de protecção pelo interior, são os compartimentos quarto das unidades do Edifício Jd. de São Bartolomeu que apresentam portadas de madeira pelo interior (protecção interior envidraçados), bem como o compartimento quarto com orientação solar praticamente a Norte na habitação 1 (Edifício Navitejo). Alguns dos moradores do Edifício Jd. de São Bartolomeu adicionaram às portadas (na face mais exterior) uma camada de isolamento térmico, tendo este normalmente 2cm (20mm).

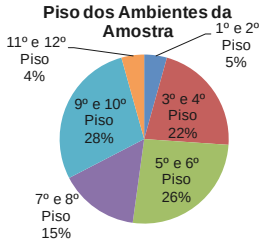
As paredes em contacto com o exterior das fracções dos Edifícios Navitejo e Pertejo são constituídas por paredes simples com isolamento pelo exterior. A espessura do isolamento nas paredes exteriores e cobertura são de : 30mm no Edifício Navitejo, 40mm nos Edifícios Pertejo e 20mm-40mm no Edifício Alcântara-Rio.

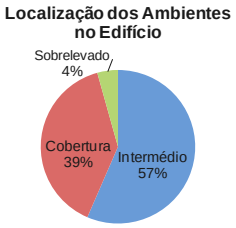
As paredes exteriores do edifício Jd. de São Bartolomeu são constituídas por uma camada de betão seguidas de uma camada de isolamento e uma camada de um elemento de vedação interior (betão, gesso cartonado). A espessura do isolamento nas paredes exteriores e na cobertura são de 40mm.

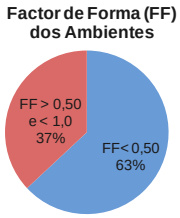
A seguir é apresentado um conjunto de gráficos que expressam quantitativamente algumas das principais características da amostra.

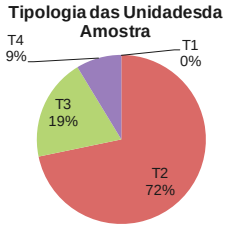


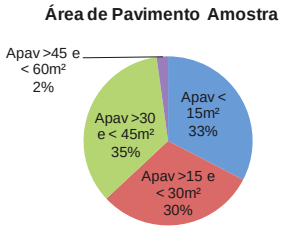


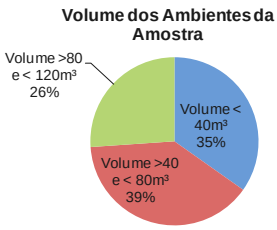


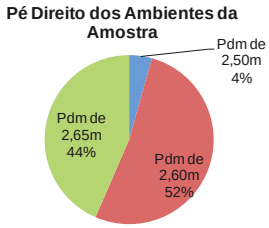












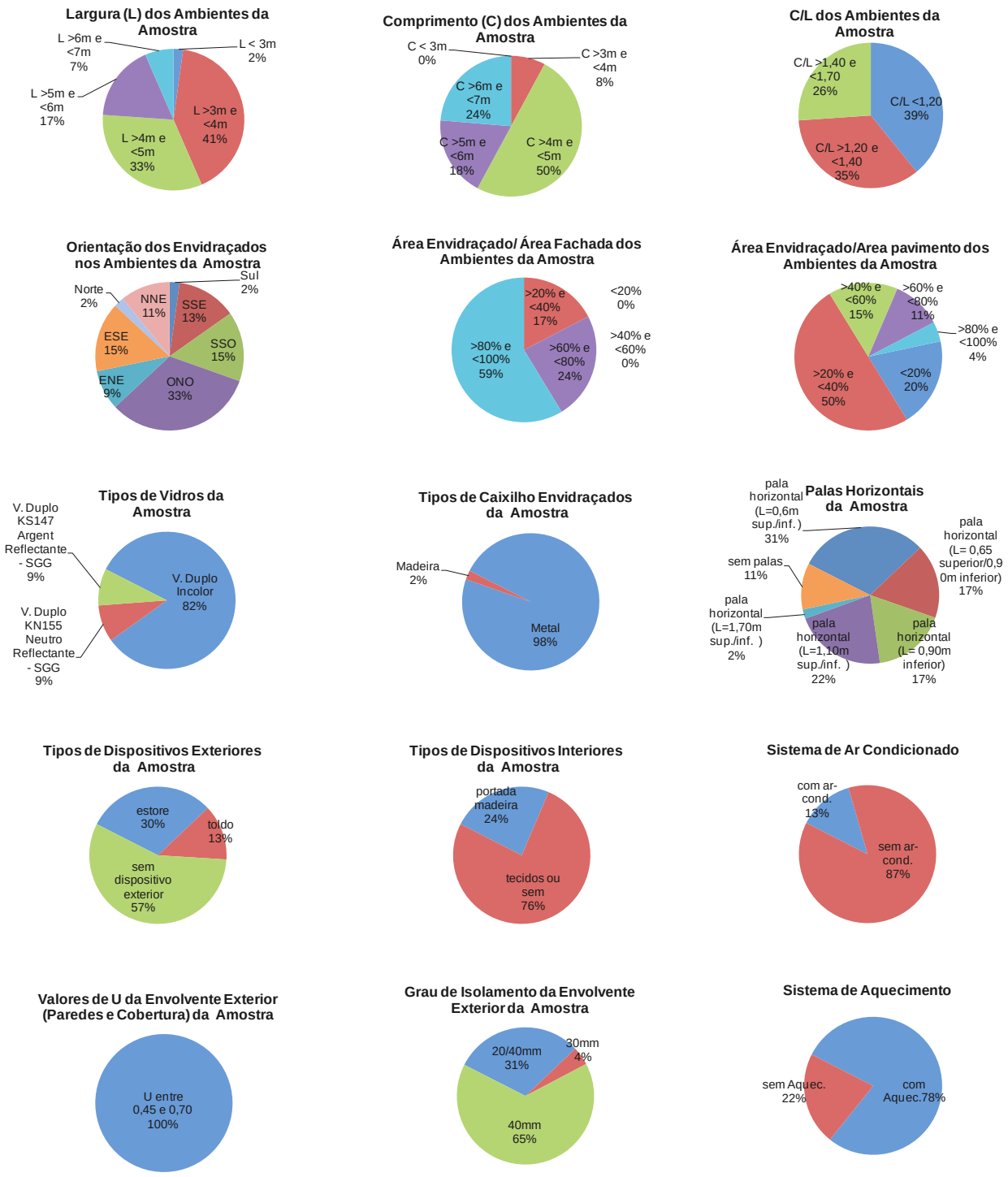


Figura 2.7: Conjunto de Gráficos com Características da Amostra.

Observação: Através do conjunto de informações presentes no Anexo 2.1 também é possível observar as principais características das unidades da amostra em termos tipológicos, construtivos, bem como o conjunto de resultados obtidos ao longo das campanhas de monitorizações realizadas nas mesmas (Verão e Inverno).

2.2.3 Campanhas de Monitorizações 2007-2009

Após o processo de selecção dos edifícios e fracções com o apoio dos projectos de arquitectura (cedidos pelos ateliers e respectivos arquitectos responsáveis) e disponibilidade dos moradores que se prontificaram a auxiliar, o estudo seguiu com a realização de diferentes campanhas de monitorizações com duração ao longo dos meses correspondentes a Estação de Verão de 2007 e 2008 (entre Julho e Setembro), e a Estação de Inverno de 2007-2008 e 2008-2009 (entre Dezembro e Março).

Para as medições (monitorizações) procurou-se seleccionar (sempre que possível) em cada um dos edifícios adoptados para estudo, unidades habitacionais de mesma tipologia e de plantas semelhantes. Como já demonstrado na secção anterior (caracterização da amostra), na maior parte dos edifícios foi possível monitorizar apartamentos semelhantes com: disposições solares distintas e diferentes localizações no próprio edifício.

Durante as monitorizações foram instalados sensores de temperatura e de humidade relativa (Mini data logger *Testostor-175* de pequenas dimensões 8cm x 4cm x 2cm da marca Testo cedidos para o estudo pelo LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.), normalmente nos ambientes salas e quartos. Na maior parte das fracções as monitorizações decorreram em períodos de aproximadamente 15 dias, entretanto o número exacto de dias variou consoante a disponibilidade dos utentes e número de sensores disponíveis. De qualquer forma, teve-se o cuidado em realizar as monitorizações nunca em um período inferior a 7 dias consecutivos (ver secção 2.2.4).

As figuras que se seguem correspondem as campanhas de monitorização realizadas para este estudo, onde constam os diversos períodos de monitorizações efectuados nos ambientes quarto e sala das unidades seleccionadas.

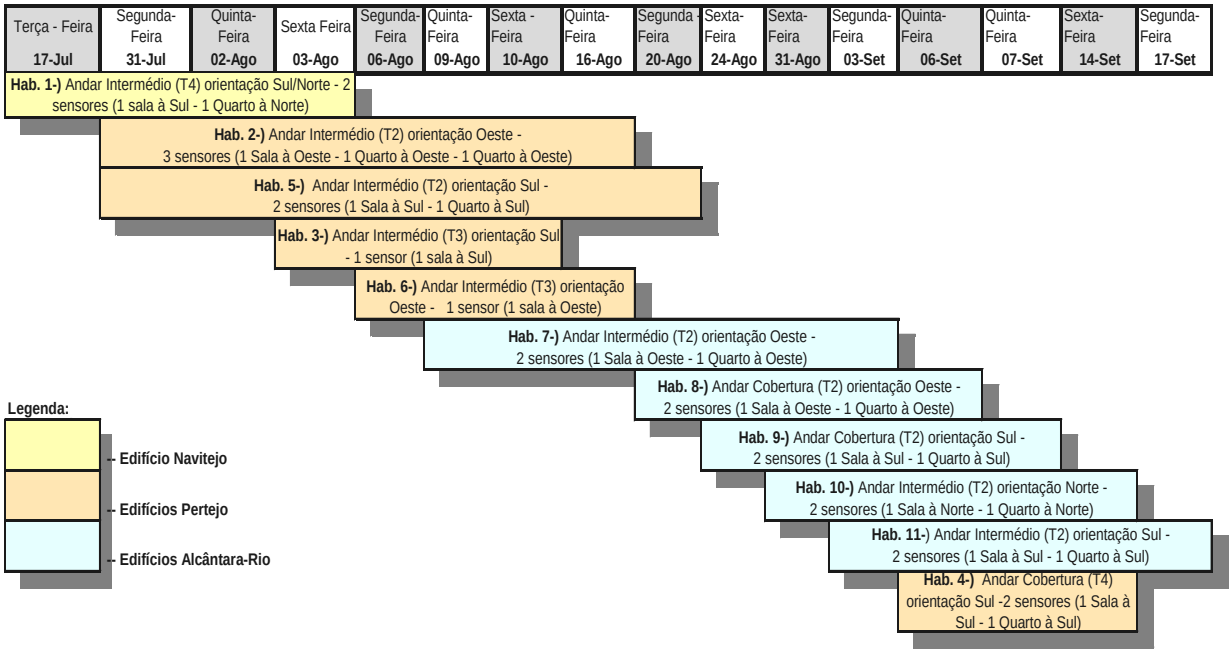


Figura 2.8: Cronograma Monitorizações efectuadas durante a Estação de Arrefecimento, Verão de 2007.

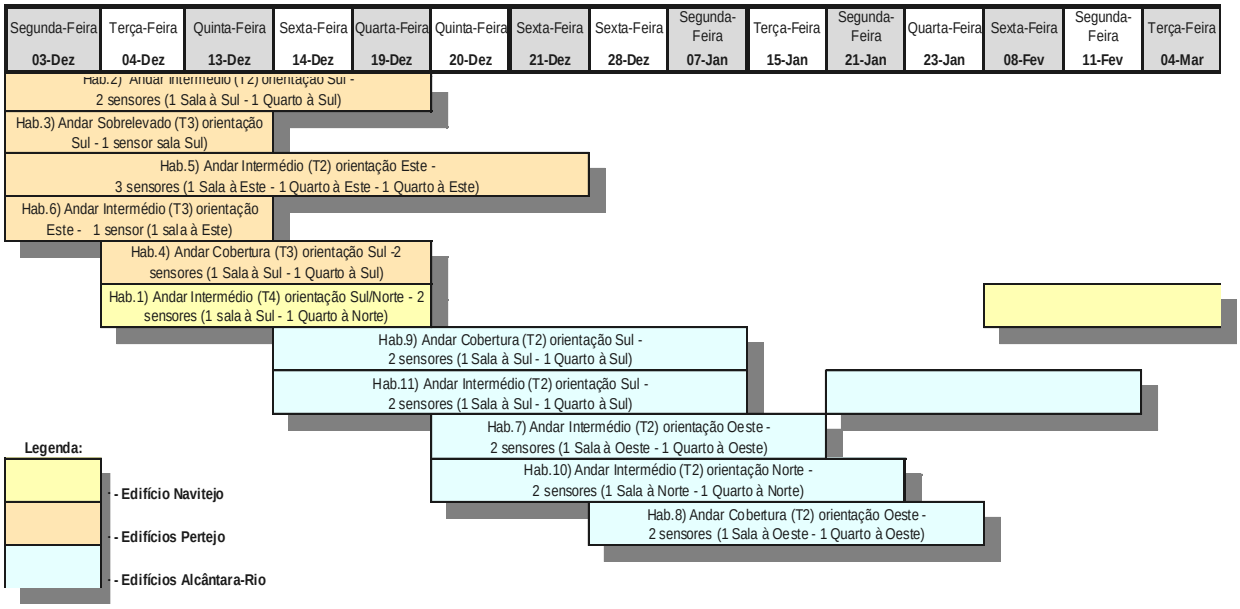


Figura 2.9: Cronograma Monitorizações efectuadas durante a Estação de Aquecimento, Inverno de 2007-2008.

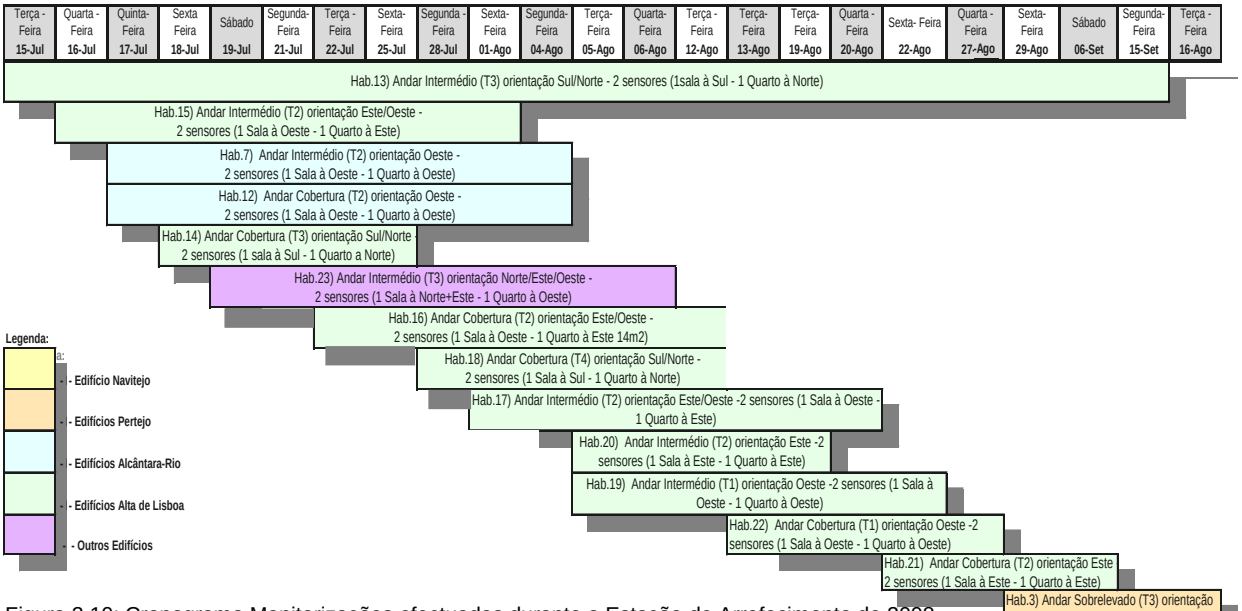


Figura 2.10: Cronograma Monitorizações efectuadas durante a Estação de Arrefecimento de 2008.

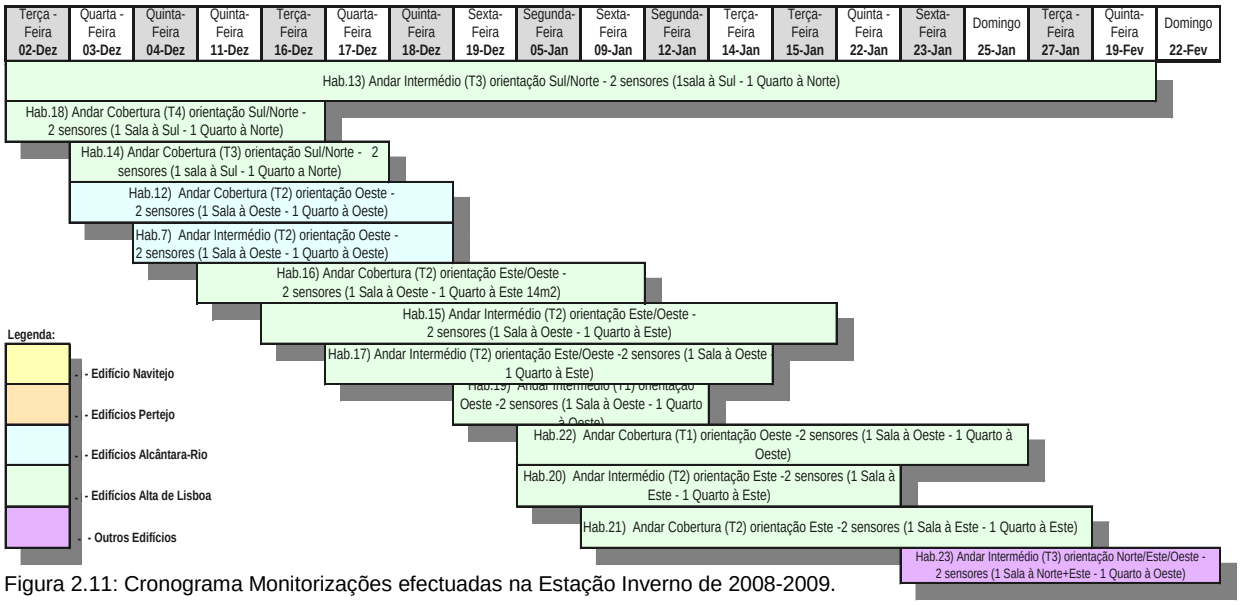


Figura 2.11: Cronograma Monitorizações efectuadas na Estação Inverno de 2008-2009.

2.2.4 Períodos de Duração Monitorizações

Período Estação de Verão e de Inverno:

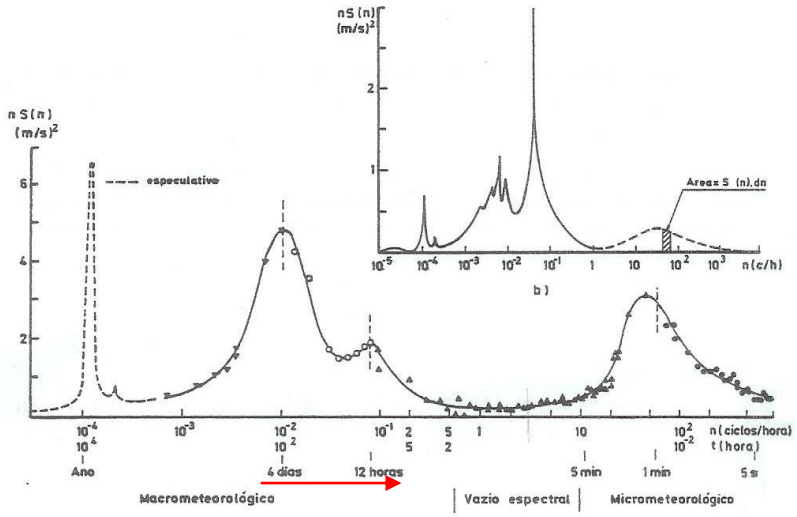
Para este estudo as monitorizações de Verão foram planeadas para decorrerem entre os meses de Julho e Setembro, mas principalmente entre a segunda quinzena de Julho e a primeira quinzena de Agosto (para a maior parte das mesmas); isto tendo presente que o DL/80 de 2006 *[6]* considera a Estação de Arrefecimento correspondendo aos meses de Junho e Setembro.

Com relação as monitorizações de Inverno, estas foram planeadas para decorrerem entre os meses de Dezembro e Fevereiro, mas principalmente entre Dezembro e Janeiro (para a maior parte das mesmas); isto tendo presente que o DL/80 de 2006 considera a Estação de Aquecimento a partir do primeiro decénio após Dia 01 de Outubro em que a média diária da temperatura for inferior a 15°C com uma duração de 5,3 meses para a cidade de Lisboa.

Período de Realização de cada Monitorização:

No estudo *Saraiva, Gonçalves da Silva e Marques da Silva [202]* referente a condições climáticas e anos típicos, é apresentada uma perspectiva a qual encara os fenómenos físicos no domínio das frequências; pois os fenómenos meteorológicos têm razões físicas na sua génese e os diferentes parâmetros que caracterizam o tempo (e o clima) podem ser tratados como sinais aleatórios e estacionários (apresentam origem física de natureza cíclica); de forma a esta poder ser aplicada a diferentes localizações e a diferentes variáveis meteorológicas (temperatura, velocidade do vento…).

Neste mesmo estudo é apresentado uma figura que ilustra esta perspectiva demonstrando em especial os picos da representação espectral (energia dos sinais), as quais correspondem a fenómenos físicos bem marcados, como: o movimento de translação da Terra (1 ano), a variação da inclinação do eixo terrestre (6 meses), a sucessão dos dias (1 dia) e a sucessão de dias e noites (12 horas).



Espectro do vento atmosférico - latitudes médias do hemisfério Norte (SARAIVA, 1983)

Figura 2.12: Exemplo Representação Espectral dos principais fenómenos físicos que exercem influência sobre as variáveis climáticas (radiação, ventos, temperatura, humidade). *[202]*

Ao observar a figura nota-se que os principais picos (energia do sinal) ocorrem dentro de um período de aproximadamente 6 dias; sendo esta informação um importante apoio na definição do número mínimo de dias necessários para a realização das diferentes monitorizações. Verifica-se assim a possibilidade de se estabelecer um período mínimo para a realização das monitorizações em cada unidade habitacional, sendo esta correspondente a uma sequência de 7 dias consecutivos, período que abrange grande parte dos fenómenos físicos que influenciam as condições climáticas de um determinado local.

2.2.5 Registo das Condições de Temperatura e Humidade nos Ambientes Interiores

Nas monitorizações avaliam-se parâmetros representativos tanto das condições exteriores como das condições térmicas do interior das habitações.

Para a realização das medições no interior das unidades habitacionais foram utilizados sensores do tipo *TESTOSTOR 175-2,* sendo este um mini *datalogger* (65x45x23 mm e um peso total de aproximadamente 60 gramas) concebido segundo a norma ISO 9001, com capacidade máxima de armazenamento de 4000 valores. Este equipamento possui dois canais ligados aos sensores internos de temperatura (NTC) e humidade. Estes sensores medem valores entre, respectivamente, -10 ºC e 50ºC e 0-100%, sendo estas as condições de operacionalidade dos mesmos.

A precisão dos sensores é de ±0,5ºC para a temperatura (para valores inferiores a 50ºC) e de ±3% para a humidade relativa do ar (para valores inferiores a 100%). A resolução do equipamento é de 0,1ºC e de 0,1%, respectivamente.

Figura 2.13 Sensor Testostor 175-2 comercializado pela TESTO.

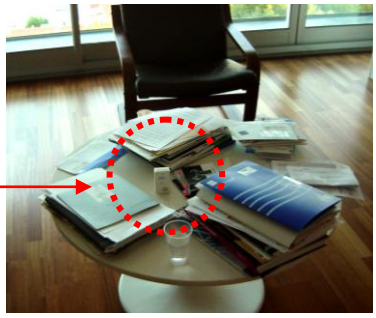


Figura 2.14 – Exemplo colocação Testostor 175-2 nas fracções/ambientes seleccionados e monitorizados.

O estudo contou com um conjunto de sensores *Testostor 175-2,* os quais foram instalados nas divisões das habitações com maior permanência de seus utentes, regra geral dois sensores por unidade habitacional – um na sala e outro em um dos quartos. Estes sensores foram (sempre que possível) posicionados de maneira a estarem o mais centralizado com relação aos respectivos ambientes em avaliação e de forma a não interferirem no desenvolvimento das tarefas e actividades dos utentes.

Antes da instalação destes equipamentos nas unidades habitacionais, os mesmos foram devidamente verificados e programados (sincronizados com a hora Legal) a partir do software fornecido pelo fabricante dos *dataloggers*; de forma a colectarem dados de temperatura e de humidade a cada 30min. Os sensores foram instalados sempre tendo em conta o cronograma previamente estabelecido (o qual teve-se o cuidado de organizar as medições por forma a possibilitar o maior número de comparações futuras entre resultados de diferentes unidades), bem como a data de início estabelecida juntamente com os moradores que se propuseram a colaborar com os estudos (mediante a disponibilidade).

Os dados armazenados nos equipamentos durante as monitorizações foram descarregados para o computador num formato ASCII também através do programa computacional fornecido pelo fabricante, sendo posteriormente tratados e organizados no software Excel, assim facilitando futuras análises, bem como a utilização destes nos processos de modelação, simulação e calibração. Entretanto durante o processo de tratamento dos dados teve-se o cuidado de verificar a compatibilidade entre as informações obtidas através dos sensores e as informações expressas pelos utentes durante as medições (informações fornecidas pelos moradores através dos inquéritos, fichas padrão de ocupação/utilização e entrevistas).

A partir da utilização de tabelas dinâmicas e outras capacidades do software Excel, os dados conseguidos foram tratados de forma a se obter tabelas e gráficos importantes para as análises pretendidas; sendo assim possível extrair ainda alguns parâmetros fundamentais para o estudo do comportamento das edificações em questão. Desta forma, a partir dos dados conseguidos durante as monitorizações realizadas e tratamento dos mesmos obteve-se um conjunto de gráficos e tabelas com valores de temperatura e humidade relativa, os quais englobam médias da temperatura (média, máximas e mínimas), amplitudes térmicas entre outros.

Também foi elaborado tabelas referentes a ocorrência de valores de temperatura por bandas, ou seja, a distribuição de valores de temperatura em frequência; o que permite verificar a parcela de tempo durante as monitorizações em que a temperatura esteve entre 20ºC e 25ºC (Zona de Conforto considerada DL/80 - Regulamentação Térmica dos Edifícios RCCTE), acima de 25 ºC na estação de arrefecimento, e inferior a 20 ºC na estação de aquecimento, bem como outras.

Foram também desenvolvidos gráficos e tabelas com valores referentes aos Graus Dias de Desconforto (GDD) *[203]* de aquecimento e de arrefecimento para todas as unidades monitorizadas, sendo que através de valores de GDD torna-se possível verificar a duração e a intensidade do desconforto integrados em um único parâmetro. Assim como foram desenvolvidos estudos referentes a Percentagem de Horas com Desconforto, correspondendo a valores capazes de representar a duração do desconforto durante o período de monitorização correspondente. Para estes parâmetros foi considerado a temperatura de conforto entre 20ºC e 25ºC com base no DL/80 de Abril de 2006.

Para dar apoio a análise da diversidade de dados e informações obtidos nas campanhas de monitorização também foram desenvolvidos os seguintes tipos de gráficos:

A-) Gráficos que demonstram (de modo geral) o desempenho do conjunto de fracções da amostra no Verão e no Inverno; o qual permite a comparação do desempenho das diferentes unidades sem a interferência do número de dias em que decorreram as monitorizações para cada uma das mesmas. Para tal gráfico foram utilizados dois parâmetros obtidos para cada unidade/monitorização: 1- amplitude térmica interna; 2- diferença entre a média da temperatura exterior (no caso do Verão a Tmédia das máximas exterior e no caso do Inverno a Tmédia das mínimas exterior) e a média da temperatura interior. Para analisar os dados contidos nestes gráficos deve-se ter em conta que o melhor desempenho térmico corresponde as unidades que apresentaram baixa amplitude térmica e um maior valor entre a diferença da temperatura média exterior (Tmed max no Verão e T med min no Inverno) e a temperatura média interior.

B-) Conjunto de gráficos que permitem comparar o desempenho entre habitações sob a orientação solar de um mesmo quadrante, com soluções construtivas diferentes; o que permite verificar diferentes efeitos tanto na estação fria como na quente. Para observar tais influências e efeitos, foram utilizadas dois tipos de gráficos: um que indica os valores Tmed max, Tmed min e a amplitude térmica média (permite uma apreciação geral da ordem de valores de temperatura obtidas no interior de uma determinada unidade da amostra); e um outro que indica as Temperaturas horárias obtidas em regime flutuante ao longo de 3 dias consecutivos escolhidos para demonstrar o efeito em questão. Estes (gráficos e respectiva análise) podem ser observados de forma mais detalhada no Anexo 2.1.

Desta forma, um conjunto de dados e informações foram reunidos e tratados, por forma a apoiar a análise desenvolvida com base nos resultados obtidos (temperatura e humidade relativa) por monitorização (Verão e Inverno), assim possibilitando observar e estabelecer comparações de resultados entre as unidades, sendo estes posteriormente utilizados como base para os estudos decorrentes.

Para facilitar o agrupamento das diversas informações e dados relativamente a cada unidade habitacional, nas diferentes campanhas de monitorizações realizadas, foram elaboradas fichas resumo as quais apresentam desde uma descrição geral da unidade, bem como informações obtidas ao longo das monitorizações realizadas (gráficos de temperatura em regime flutuante entre outros). Tais fichas correspondentes as várias monitorizações efectuadas nas unidades habitacionais da amostra seleccionada podem ser observadas no Anexo 2.1.

2.2.6 Registo Padrão de Ocupação e de Utilização ao Longo das Diversas Monitorizações

Durante as medições também foi registado com o auxílio dos moradores o padrão de ocupação e de utilização de cada unidade habitacional, sendo este género de informação de relativa importância para a interpretação e análise dos dados registados através dos sensores. Em processos de monitorização semelhantes a este deve-se ter em conta que a utilização (abrir e fechar janelas, abrir e fechar estores, ligar e desligar ar condicionados ou sistemas de aquecimento e etc…) e a ocupação (presença de pessoas durante o Dia e a Noite, número de pessoas…) dos espaços monitorizados podem variar ao longo do Dia/Noite, e consequentemente interferir nos dados obtidos (sensores registam as temperaturas e humidades consoante estes padrões).

Para facilitar o registo destas informações, foi elaboração uma ficha a qual permite o utente indicar praticamente com traços as horas que efectuaram ou ocorreram interferências relevantes no ambiente monitorizado, ou seja interferências capazes de alterar as condições de temperatura e de humidade. Fichas deste género foram entregues aos moradores no início das medições e recolhidas ao fim das mesmas devidamente preenchidas.

Nestas fichas os moradores somente tiveram de assinalar as horas em que os estores/portadas ou outros dispositivos de protecção estiveram abertos (isto quando existirem), as horas em que as janelas estiveram abertas (permitindo ventilação natural com o exterior), as horas em que o ar condicionado no caso do Verão ou sistema de aquecimento no caso do Inverno esteve a trabalhar (ligado) para arrefecimento/ aquecimento do ambiente (isto quando existirem), e o nº de pessoas que se encontram nos ambientes ao longo das 24 horas.

Para o tratamento dos dados obtidos através das fichas padrão de ocupação e utilização (preenchidas pelos utentes) recorreu-se ao software Excel, de maneira a transformar as indicações dos moradores em números (sistema binário); onde (0) significa sem ocupação/fechado/desligado e o (1) significa com ocupação/aberto/ligado, tendo sido assim possível obter estas informações de forma organizada e com alguma rapidez. Neste caso este tratamento de dados foi realizado mais no intuito de organizar a informação e agilizar a consulta da mesma.

No Anexo 2.1 também encontra-se como exemplo uma ilustração parcial da referida ficha (padrão de utilização e de ocupação), sendo também exemplificado o método de preenchimento.

2.2.7 Registo Através de Inquéritos

Com o intuito de obter directamente a opinião dos utentes relativamente as suas unidades habitacionais, as quais compõem a amostra, foi elaborado um inquérito direccionado aos mesmos com o objectivo de: avaliar o seu grau de satisfação para com a unidade (de modo geral); avaliar o seu grau de satisfação com relação ao conforto térmico, lumínico e energético da unidade; bem como perceber alguns padrões de utilização e de ocupação.

O Inquérito foi elaborado para ser aplicado em duas fases, encontrando-se dividido em duas partes. A primeira parte corresponde ao Inquérito de Verão, tendo sido este aplicado sempre ao longo das monitorizações realizadas na estação de arrefecimento; e a segunda parte corresponde ao Inquérito de Inverno, aplicado sempre ao longo das monitorizações realizadas na estação de aquecimento.

Após a recolha dos inquéritos ao fim de cada campanha de monitorização, as informações e os dados contidos nestes foram tratados recorrendo a elaboração de um sistema tabular construído no ambiente Excel, este possibilitou observar rapidamente as respostas obtidas e estabelecer comparações entre as mesmas (respostas organizadas em gráficos com valores percentuais).

Em sequência ao processo de tabulação foi desenvolvido uma análise baseada nos dados e informações contidas nos Inquéritos de Inverno e de Verão (caracterização da opinião dos utentes), de forma a esta poder ser observada na Secção 2.3.1 do Capítulo II.

Assim com a aplicação dos inquéritos junto aos moradores pode-se observar a sensibilidade dos mesmos principalmente no que tange as questões de conforto em edifícios com grandes áreas de envidraçados; sendo estas informações também de interesse na compreensão de determinados resultados ao longo do trabalho. No Anexo 2.1 encontram-se os Inquéritos de Verão e de Inverno adoptados no presente estudo.

2.2.8 Registo das Condições Exteriores

Os dados relativos às condições exteriores (Clima Lisboa) tais como Temperatura, Humidade Relativa, Velocidade dos Ventos, Direcção dos Ventos e Radiação Global no Plano Horizontal durante os meses de Verão e Inverno decorridos nas diversas campanhas de monitorizações, foram obtidos a partir da Estação Meteorológica localizada no Edifício Solar XXI do actual Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG

– Campus do Lumiar); dados de relativa importância para o estudo a medida que se pretende observar e verificar o desempenho térmico e os níveis de conforto das habitações seleccionadas nas situações de Verão e de Inverno (comparação entre as condições exteriores e interiores). No Anexo 2.1 encontra-se uma descrição dos equipamentos utilizados para a realização das medições das condições exteriores.

Os sensores utilizados para a medição dos parâmetros meteorológicos exteriores são conectados a um *datalogger* que armazena a informação, de forma que ao findar as diversas campanhas de monitorizações decorreu-se a leitura e a transferência dos dados obtidos a partir da Estação Meteorológica LNEG-Solar XXI para um sistema computacional. Estes foram organizados no ambiente Excel recorrendo a utilização de tabelas dinâmicas e outras capacidades presentes neste software (transformados em dados horários). Verificando assim a possibilidade de se realizar o tratamento dos dados e de se obter tabelas e gráficos pretendidos para análises futuras.

A comparação entre dados obtidos através dos sensores instalados no interior das unidades, juntamente com os dados obtidos através da Estação Meteorológica, permite a verificação das condições interiores de Temperatura e Humidade Relativa (Conforto Higrotérmico) nas diferentes unidades habitacionais seleccionadas e assim avaliar o desempenho térmico das mesmas.

2.2.9 Variabilidade Climática na Cidade de Lisboa

A partir dos mapas que se seguem pode-se ter uma apreciação da variedade climática na cidade de Lisboa durante os Dias e as Noites de Verão e de Inverno; sendo também possível verificar possíveis diferenças de temperatura entre o local onde se encontra a Estação Meteorológica LNEG-Solar XXI (base de apoio de dados meteorológicos para o presente estudo) e os demais edifícios seleccionados (amostra).

Com base nos mapas em destaque obtidos a partir dos estudos desenvolvidos por Alcoforado e presentes na Publicação Aclure *[80]*, verifica-se que:

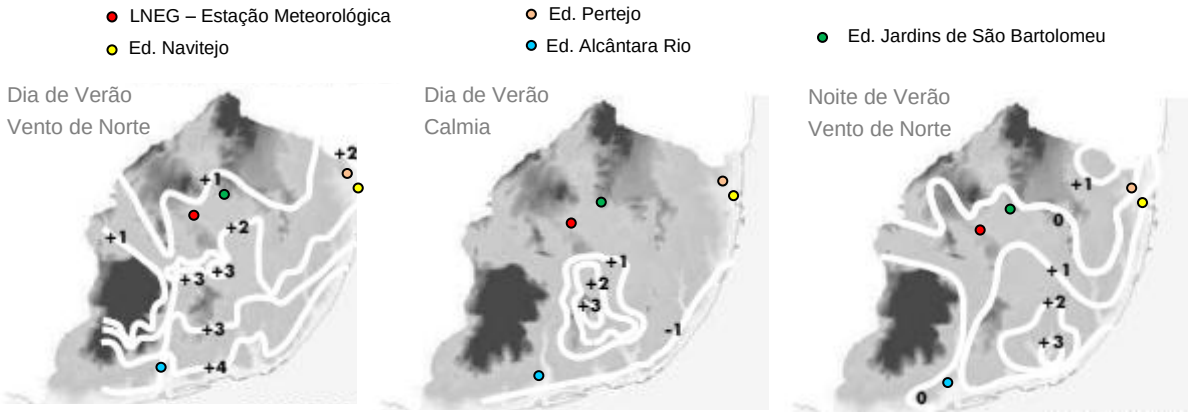


Figura 2.15: Mapas localização edifícios da amostra e Estação Meteorológica LNEG em Lisboa, variabilidade climática Verão.

- Nos Dias de Verão na situação de ventos do Norte (ocorrem geralmente pelo fim da tarde penetrando por toda a cidade anulando as brisas referentes a situação de calmia), a estação Meteorológica LNEG assim como a maior parte dos edifícios da amostra (Navitejo, Pertejo e Jd. S. Bartolomeu) encontram-se entre as isolinhas +1°C e +2°C. Somente o Edifício Alcântara-Rio encontra-se localizado numa ilha de calor de intensidade +4°C, portanto 2-3°C a mais do que se verifica na zona da estação Meteorológica LNEG.

- Nos Dias de Verão na situação Calmia (estabelece-se pela manhã com brisas provenientes do estuário e brisas marítimas), a estação Meteorológica LNEG assim como todos os edifícios da amostra encontram-se entre as isolinhas +1°C e -1°C; verificando assim uma proximidade em termos de temperatura entre as diversas localidades em questão.

- Nas Noites de Verão na situação de ventos do Norte, a estação Meteorológica LNEG assim como praticamente todos os edifícios da amostra encontram-se entre as isolinhas 0°C e +1°C; verificando assim uma proximidade em termos de temperatura entre as diversas localidades em questão.

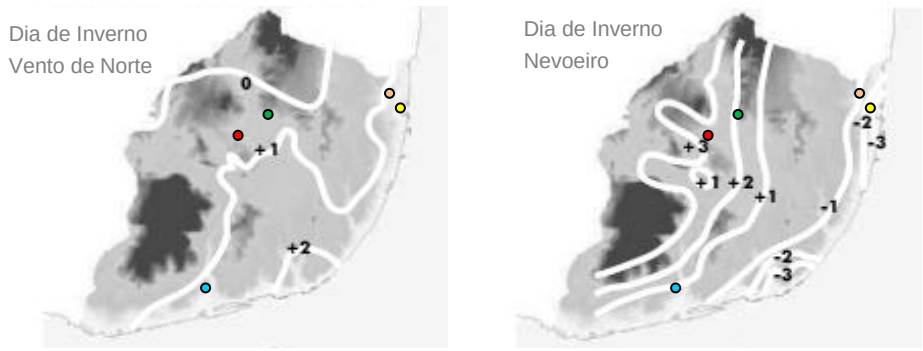


Figura 2.16: Mapas localização edifícios da amostra e Estação Meteorológica LNEG em Lisboa, variabilidade climática Inverno-Dia.

- Nos Dias de Inverno na situação de ventos do Norte, a estação Meteorológica LNEG assim como o edifício Jardins de São Bartolomeu encontram-se entre as isolinhas 0°C e +1°C; enquanto os demais edifícios encontram-se entre as isolinhas +1°C e +2°C (uma diferença de 1-2°C a mais do que se verifica na zona da estação Meteorológica LNEG).

- Nos Dias de Inverno na situação nevoeiro ou com humidade relativa elevada, pode ocorrer uma diferença de -2°C entre o local da Estação meteorológica LNEG e o edifício Alcântara-Rio; e de -3/-4°C entre a Estação e os edifícios localizados no Parque das Nações. As condições exteriores de temperatura no local do Edifício Jd. S. Bartolomeu assemelha-se as condições presentes no local da estação meteorológica-LNEG.

- Nas Noites de Inverno na situação de calmia, a estação Meteorológica LNEG assim como praticamente todos os edifícios da amostra encontram-se entre as isolinhas +1°C e -1°C.

- Nas Noites de Inverno na situação de ventos do Norte, a estação Meteorológica LNEG assim como todos os edifícios da amostra encontram-se entre as isolinhas 0°C e +1,5°C; verificando assim uma proximidade em termos de temperatura entre as diversas localidades em questão.

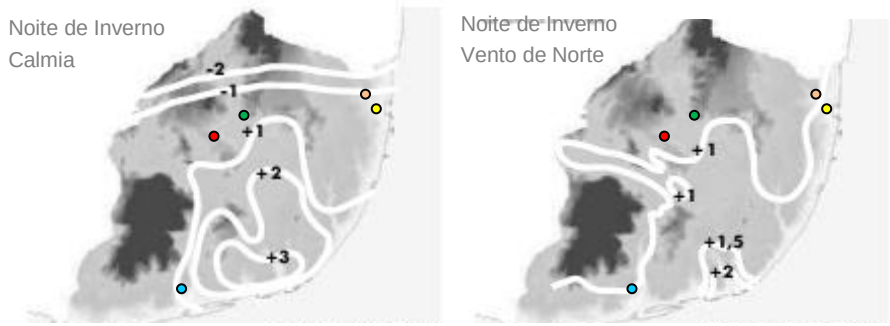


Figura 2.17: Mapas localização edifícios da amostra e Estação Meteorológica LNEG em Lisboa, variabilidade climática Inverno-Noite.

Como evidenciado *na Publicação Aclure [80]*, os estudos indicam que a ilha de calor ocorre fundamentalmente durante o período nocturno e predominantemente na estação de Inverno. Desta forma, deve-se realçar que nesta situação (Noites Inverno) verifica-se uma proximidade em termos de temperatura entre as diversas localidades dos edifícios adoptados para este estudo e a Estação Meteorológica-LNEG (diferença de temperatura entre estes de aproximadamente +1°C e -1°C).

Desta forma, os dados obtidos pela estação Meteorológica-LNEG foram considerados e utilizados neste estudo tendo em conta que estes abrangem os principais fenómenos climáticos que influenciam e caracterizam um determinado clima tanto na escala macroclimática como na mesoclimática e microclimática. Sendo que na escala microclimática para a maior parte das situações apresentadas de Inverno e de Verão, nesta secção, pode-se verificar uma diferença de temperatura entre o local da estação meteorológica e demais edifícios inferior a 2°C.

2.3 Análise Monitorizações

2.3.1 Análise Inquéritos

Os inquéritos dirigidos aos utentes/moradores das unidades habitacionais seleccionadas para o estudo foram realizados durante as estações de Verão e de Inverno ao longo dos anos de 2007 a 2009. Permitindo desta forma, verificar junto aos moradores, as opiniões, sensações de conforto e o grau de satisfação com relação a unidade habitacional (principalmente durante as estações referidas), para além de apoiar as informações e dados obtidos ao longo das monitorizações.

Foram avaliadas neste Inquérito 22 unidades habitacionais distribuídas pelos Edifícios seleccionados (Edifício Navitejo, Pertejo, Alcântara-Rio, Jd. De São Bartolomeu) em piso intermédio, sobrelevado e cobertura dispostos nas principais orientações solares, sendo que a maior parte destes (cerca de 80% da amostra) apresentam áreas de envidraçados correspondendo a mais de 60% da fachada em que estão inseridos.

Cerca de 55% das habitações avaliadas encontram-se em andar intermédio, 40% em andar cobertura e 5% em andar sobrelevado. A maior parte das habitações da amostra correspondem a tipologia T2, cerca de 56% da amostra, 22% correspondem a tipologia T3, 13% a T4 e 9% a T1.

Normalmente contam com 2 (em 36% dos casos) a 3 ocupantes (37% dos casos) por habitação. Na altura em que os inquéritos foram aplicados, em 35% dos casos os utentes residiam a menos de 12 meses, 35% entre 12 e 24 meses e 30% a mais de 25 meses.

2.3.1.1 Opiniões Gerais sobre a Unidade

O grau de satisfação (de modo geral) dos utentes com relação aos seus apartamentos, revelam uma tendência positiva, pois numa escala que passa por péssimo, ruim, bom e óptimo, os utentes classificaram suas unidades como bom em 66% dos casos e óptima em 30% dos casos, somente ocorreu um caso em que a classificação foi dada como ruim correspondendo a habitação 20 da amostra.

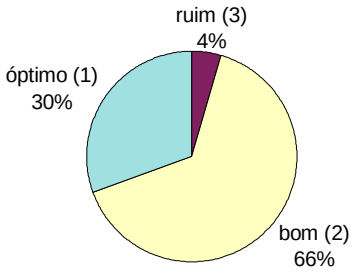
Cerca de 43% dos utentes classificaram a distribuição dos ambientes nas unidades como óptimo e 53% como bom.

Com relação as dimensões das janelas, cerca de 83% classificaram as janelas das salas como óptimo e 9% como bom, enquanto as janelas dos quartos cerca de 65% dos casos foram classificadas como óptima e 22% como bom. Na maior parte dos casos as janelas apresentam dimensões significativas, por vezes atingindo 90% da área de fachada correspondente.

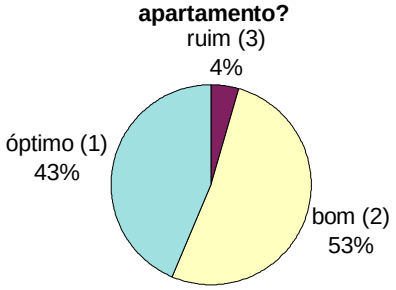
No que diz respeito a privacidade, os utentes classificaram na maior parte dos casos seu apartamento como bom (60% do casos), e 30% como óptimo, demonstrando desta forma uma tendência positiva dos moradores com relação a privacidade.

Em termos do aspecto exterior dos edifícios residenciais existentes (de modo geral, no parque edificado), 91% dos utentes declararam preferência por edifícios com janelas de considerada proporção, com vãos generosos, aos edifícios com janelas de dimensões mais contidas.

2.1 Qual o seu grau de satisfação com o apartamento de modo geral ?



2.2 Como classifica a distribuição das divisões do apartamento?



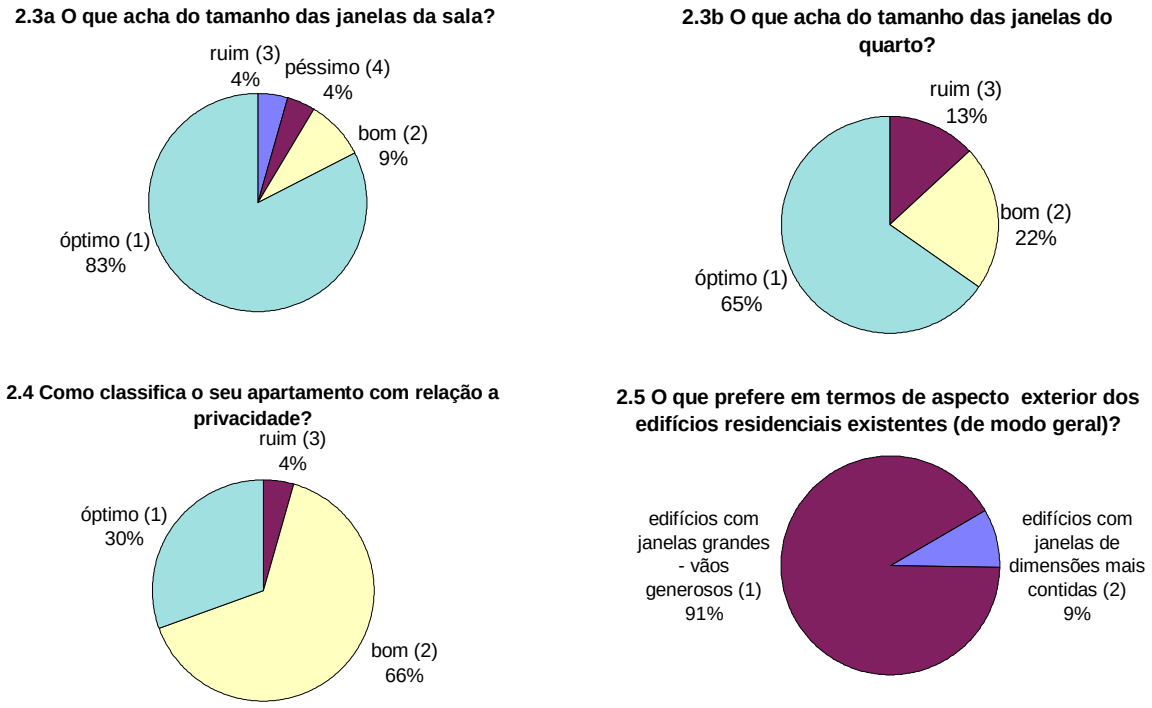


Figura 2.18: Gráficos opiniões utentes sobre as respectivas unidades habitacionais.

2.3.1.2 Conforto Térmico - Verão

Com relação a temperatura na unidade habitacional durante o Verão, não contando com o emprego de sistemas de ar condicionado (no caso de existirem), verifica-se que nenhum dos inqueridos classificou seu apartamento como óptimo, sendo que em 52% dos casos as unidades foram classificadas como péssimas, 22% como ruim e 26% como boa (habitações 1, 3, 4, 9 e 15). Desta forma em 74% dos casos (praticamente 2/3 da amostra) os moradores classificaram as suas unidades entre péssimo e ruim relativamente a temperatura no Verão. A maior parte dos utentes que classificaram a sua habitação como Bom foram aqueles que possuem as suas habitações com as fachadas principais praticamente envidraçadas com orientação entre SSE e SSO.

Com relação aos ambientes da casa que demonstram ser os mais desconfortáveis na estação de Verão, em cerca de 40% dos casos os entrevistados colocaram como sendo o ambiente sala e em 38% dos casos o ambiente quarto, entretanto alguns entrevistados escolheram uma opção que refere a todos os ambientes desconfortáveis (6% dos casos – habitações 2 e 11). Somente o inquerido da habitação 1 não escolheu a opção sala e quarto como os mais desconfortáveis da habitação.

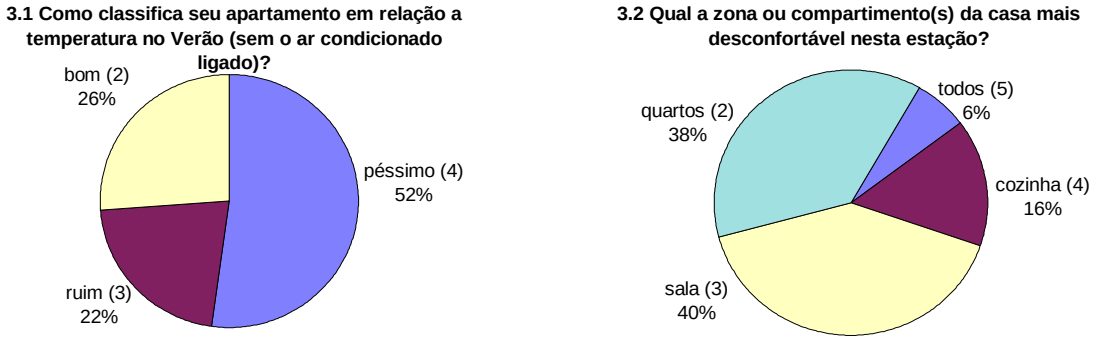


Figura 2.19: Gráficos opiniões utentes sobre Conforto Térmico das respectivas unidades habitacionais no Verão, Inquérito Verão.

Com relação a ventilação durante a estação quente do ano, cerca de 53% das unidades foram classificadas como pouco ventosa, 30% foram classificadas como ventosa e 13% classificadas como muito ventosa (habitações 6 e 17). Todas as unidades da amostra pertencentes ao Edifício Alcântara-Rio foram classificados como pouco ventoso, estas unidades apresentam somente uma única face exposta (ausência de ventilação cruzada).

Cerca de 72% das unidades habitacionais costumam estar com as janelas abertas durante a manhã, 64% durante a tarde, 81% a noite e 41% durante a madrugada (habitações 7, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21 e 22). Não significa que este padrão relativamente as janelas tenha ocorrido de facto durante as monitorizações efectuadas, entretanto podem ser indicadores. A ocorrência de janelas abertas durante a noite e madrugada indicam grande possibilidade de arrefecimento passivo (nocturno) por parte das unidades monitorizadas.

Das unidades que possuem dispositivos de protecção exterior do tipo estore, toldos e outros, 47% das unidades habitacionais costumam estar com estes dispositivos recolhidos durante a manhã, 15% durante a tarde, 54% a noite e 23% durante a madrugada.

Cerca de 44% dos inqueridos não consideraram inconveniente estar a manusear os dispositivos de protecção (estores, portadas, toldos) para adaptá-los as condições exteriores, entretanto 26% respondeu ser de facto inconveniente.

A maior parte das unidades não possui equipamentos de ar condicionado, representando 74% da amostra. Somente as habitações 1, 2, 6, 9, 21 e 22 apresentam este tipo de sistema para arrefecimento ambiente, sendo que para as habitações 21 e 22 os equipamentos em questão são portáteis.

A maior parte dos inqueridos que costumam recorrer a algum sistema de ar condicionado durante a estação quente, responderam que sentem a sua casa arrefecer rapidamente ou muito rapidamente quando accionam o mesmo, somente os utentes das unidades 21 e 22 responderam lentamente e muito lentamente. Todos responderam que ao desligar o ar condicionado a habitação tende a apresentar aumento de temperatura também de forma rápida.

2.3.1.3 Iluminação Natural – Verão

Os entrevistados classificaram os seus respectivos apartamentos com relação a iluminação natural entre Óptimo (66% dos casos) e Bom (30% dos casos). Todos responderam não ser necessário recorrer a iluminação artificial durante o Dia neste período do ano para desempenhar tarefas, sendo que responderam precisar recorrer a iluminação artificial nas instalações sanitárias, as quais na maior parte das unidades não apresenta janelas para o exterior.

Com relação a ocorrência de encandeamento, 61% dos entrevistados respondeu não ter observado encandeamento nos compartimentos da unidade, entretanto 30% dos inqueridos disseram ter observado principalmente no ambiente sala (habitações 3, 13, 14, 15, 17, 20 e 23).

No que diz respeito ao excesso de Luz Natural, cerca de 52% dos moradores responderam ter observado na maior parte das vezes no ambiente sala.

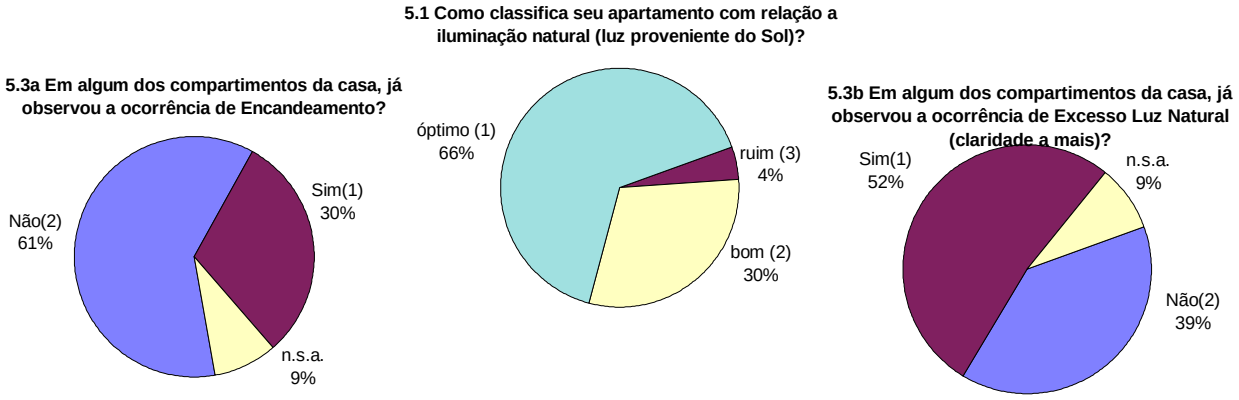


Figura 2.20: Gráficos opiniões utentes sobre Iluminação Natural das respectivas unidades habitacionais no Verão, Inquérito Verão.

2.3.1.4 Conforto Térmico - Inverno

Com relação a temperatura na unidade habitacional durante o Inverno, não contando com o emprego de sistemas de aquecimento (no caso de existirem), verifica-se:

- Para as habitações da amostra de 2007 (primeira fase/ano de monitorizações) a maior parte dos inqueridos classificou seu apartamento como óptimo (55%) ou bom (27%), demonstrando uma tendência positiva. Entretanto foram os inqueridos das unidades com principal fachada envidraçada orientada a Oeste que classificaram seus apartamentos entre Bom e Ruim. A maior parte dos entrevistados que possuem unidades com grandes envidraçados praticamente a Sul classificaram estes como óptimo, somente a habitação em piso sobrelevado (pavimento em contacto com o exterior) com esta exposição solar foi classificada como Bom.

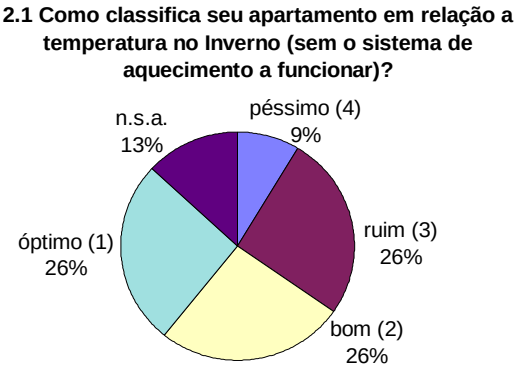
- Para as habitações da amostra de 2008 (segunda fase/ de monitorizações), a maior parte dos entrevistados classificaram as respectivas unidades como Ruim em 41% dos casos e Péssimo em 17% dos casos, demonstrando desta forma uma tendência negativa. Somente 25% dos utentes escolheu a opção Bom, enquanto a opção óptimo não foi seleccionada por nenhum dos entrevistados nesta fase/amostra. Dos entrevistados que classificaram como Bom, há quem tenha respondido posteriormente: todos os compartimentos da casa são desconfortáveis nesta estação, de forma a entrar em contradição; a parte mais desconfortável da unidade corresponde aos quartos; e que residiram anteriormente em habitações bem piores (o que não significa que a actual seja realmente boa).

Entretanto se considerarmos a amostra como um todo (1º fase e 2º fase – amostra seleccionada em 2007 e em 2008), 9% das unidades foram classificadas como péssimo, 26% como ruim, 26% como bom e 26% como óptimo.

Com relação a zona ou compartimentos da casa considerados como os mais desconfortáveis nesta estação, em 26% dos casos foi seleccionado o ambiente sala e em 26% os quartos, 4% dos inqueridos responderam como sendo todos os compartimentos desconfortáveis (habitação 21 com uma única face exposta praticamente a Este, situado no piso cobertura). Somente 22% dos inqueridos seleccionaram a opção nenhum dos compartimentos em desconforto.

Os compartimentos quarto foram seleccionados como os mais desconfortáveis principalmente pelos utentes das unidades habitacionais com 2 faces expostas oposta na orientação Sul e Norte. Normalmente os quartos encontram-se localizados na zona com disposição solar a Norte destas unidades.

Todas as unidades com uma única face exposta a Sul foram classificadas pelos seus utentes como: nenhum dos compartimentos em desconforto. Enquanto para a maior parte das unidades com disposições solares a Este e a Oeste, foi o ambiente sala classificado como sendo o mais desconfortável.



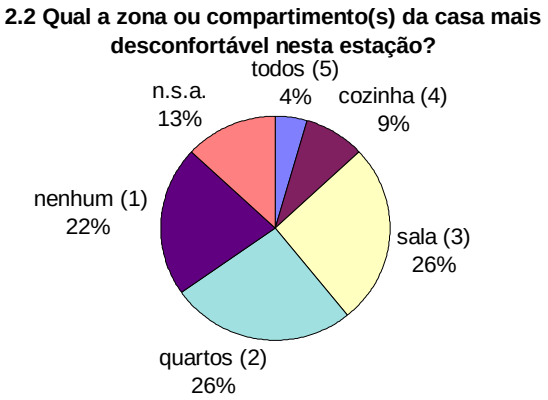


Figura 2.21: Gráficos opiniões utentes sobre Conforto Térmico das respectivas unidades habitacionais no Inverno, Inquérito Inverno.

Em cerca de 87% dos casos os moradores não presenciaram focos de humidade, bem como manchas de bolores/fungos em seu apartamento. O único caso em que se presenciou este tipo de ocorrência (relatado pelo

morador) foi na habitação 14, nos compartimentos expostos a Norte, os quais correspondem aos ambientes quarto.

Entretanto com relação a presença de condensações ou de formação de gotículas de água nos envidraçados, cerca de 26% da amostra diz já ter presenciado (sala, quartos e cozinha).

Com relação a estanquicidade das janelas, as habitações seleccionadas na primeira fase (durante o ano de 2007) foram classificadas entre óptimo e bom, enquanto as habitações seleccionadas na segunda fase (durante o ano de 2008) foram classificadas na maior parte dos casos entre ruim e péssimo. De modo geral (amostra 1º e 2º fase) 13% foram classificadas como péssimo, 17% como ruim, 35% como bom e 22% como óptimo.

Cerca de 17% das unidades habitacionais costumam estar com as janelas abertas durante a manhã, 9% durante a tarde, 0% a noite e 0% durante a madrugada. Não significa que este padrão relativamente as janelas tenha ocorrido de facto durante as monitorizações efectuadas, entretanto podem ser indicadores. A ocorrência de janelas abertas durante a manhã e a tarde não são efectuadas normalmente por um período longo, normalmente ocorrem para higienização dos ambientes nesta estação. Desta forma, na maior parte do tempo as janelas estiveram fechadas nas unidades da amostra.

Das unidades que possuem dispositivos de protecção exterior do tipo estore (habitações 7, 8, 9, 10, 11 e 12 – Edifício Alcântara Rio), 50% das unidades habitacionais costumam estar com estes dispositivos recolhidos durante a manhã e durante a tarde, 17% a noite e 0% durante a madrugada. Cerca de 74% da amostra como um todo não possuem dispositivos de protecção deste género.

Das unidades que possuem dispositivos de protecção exterior do tipo toldo (habitações 2, 3 e 4 do Edifício Pertejo com principal face exterior envidraçada orientada praticamente a Sul), 25% das unidades habitacionais costumam estar com estes dispositivos recolhidos durante a manhã, 50% durante a tarde, 75% a noite e 75% durante a madrugada. Cerca de 83% da amostra como um todo não possuem dispositivos de protecção deste género. Normalmente as habitações que apresentam toldos verticais pelo exterior recolhem o mesmo no período nocturno devido a ocorrência de ventos que podem danificar este dispositivo.

Das unidades que possuem dispositivos de protecção interior do tipo portada (habitação 1 do Edifício Navitejo e Habitações 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 22 do Edifício Jd. de São Bartolomeu), 64% das unidades habitacionais costumam estar com estes dispositivos abertos durante a manhã, 45% durante a tarde, 0% a noite e 0% durante a madrugada. Cerca de 53% da amostra como um todo não possuem dispositivos de protecção deste género. Parte dos moradores do edifício Jd de São Bartolomeu introduziram nas portadas interiores de madeira uma camada de isolamento térmico com cerca de 2cm de espessura.

Somente 20% da amostra não precisou recorrer a algum tipo de sistema de aquecimento para manter a sua casa em temperaturas de conforto, a maior parte dos utentes que assim responderam possuem unidades habitacionais com grandes áreas de envidraçadas na nas faces exteriores orientadas a Sul.

Todas as unidades dos edifícios Navitejo, Pertejo e Alcântara-Rio apresentam sistema de aquecimento central. As habitações do Conjunto Jardins de São Bartolomeu não possuem nenhum sistema de aquecimento centralizado, de forma que a maior parte dos utentes da amostra recorreram a diferentes tipos de aparelhos de aquecimento (eléctricos) pontuais.

Dos inqueridos que costumam recorrer a algum sistema de aquecimento durante a estação fria (80% da amostra), 26% responderam ligar o aquecimento durante o período da manhã, 30% durante a tarde, 80% durante a noite (ou seja, todos que possuem aquecimento) e 17% durante a madrugada. A maior parte dos que relataram accionar o sistema de aquecimento durante a manhã e a tarde possuem unidades com faces expostas a Este (ESSE e ENE) e/ou a Oeste (ONO).

Tendo em conta as unidades que apresentam sistema de aquecimento; os utentes das unidades correspondentes a amostra de 2007 (primeira fase) responderam que sentem a sua casa aquecer rapidamente ou muito rapidamente quando accionam o sistema de aquecimento, entretanto grande parte dos utentes das unidades habitacionais seleccionadas durante 2008 (segunda fase - amostra de 2008) responderam que sentem a sua casa aquecer lentamente ou muito lentamente.

Em 53% dos casos da amostra os utentes relataram que a unidade habitacional apresenta queda de temperatura lentamente após desligar o sistema de aquecimento. Entretanto em cerca de 30% dos casos os moradores afirmaram que a unidade tende a apresentar queda de temperatura rapidamente após desligar o aquecimento, sendo que em grande parte foram os apartamentos orientados a Este e/ou a Oeste do Edifício Jd. de São Bartolomeu a receberem esta classificação por parte dos seus respectivos moradores.

Para confirmar a resposta anterior questionou-se se a unidade tende a conservar o calor injectado pelo sistema de aquecimento ou não, sendo que desta vez tendo em conta somente os que responderam, 50% responderam que sim (tende a conservar) e 50% disseram não (não tende a conservar).

Cerca de 30% dos moradores observaram situações, em que o sistema de aquecimento não estava accionado e as temperaturas foram superiores as desejadas durante a estação fria (calor excessivo mesmo no Inverno – sobreaquecimento). Esta situação foi observada por grande parcela dos moradores que possuem unidades habitacionais com áreas de envidraçados de grande proporção nas faces a Sul.

2.3.1.5 Iluminação Natural – Inverno

Os entrevistados classificaram os seus respectivos apartamentos com relação a iluminação natural entre Óptimo (70% dos casos) e Bom (17% dos casos). Somente 9% dos utentes responderam ser necessário recorrer a iluminação artificial durante o Dia neste período do ano para desempenhar tarefas na sala e cozinha.

Com relação a ocorrência de encandeamento, 52% dos entrevistados respondeu não ter observado encandeamento nos compartimentos da unidade, entretanto 35% dos inqueridos disseram ter observado principalmente no ambiente sala (habitações 2, 3, 14, 18, 20 e 23).

No que diz respeito ao excesso de Luz Natural, cerca de 30% dos moradores responderam ter observado na maior parte das vezes no ambiente sala.

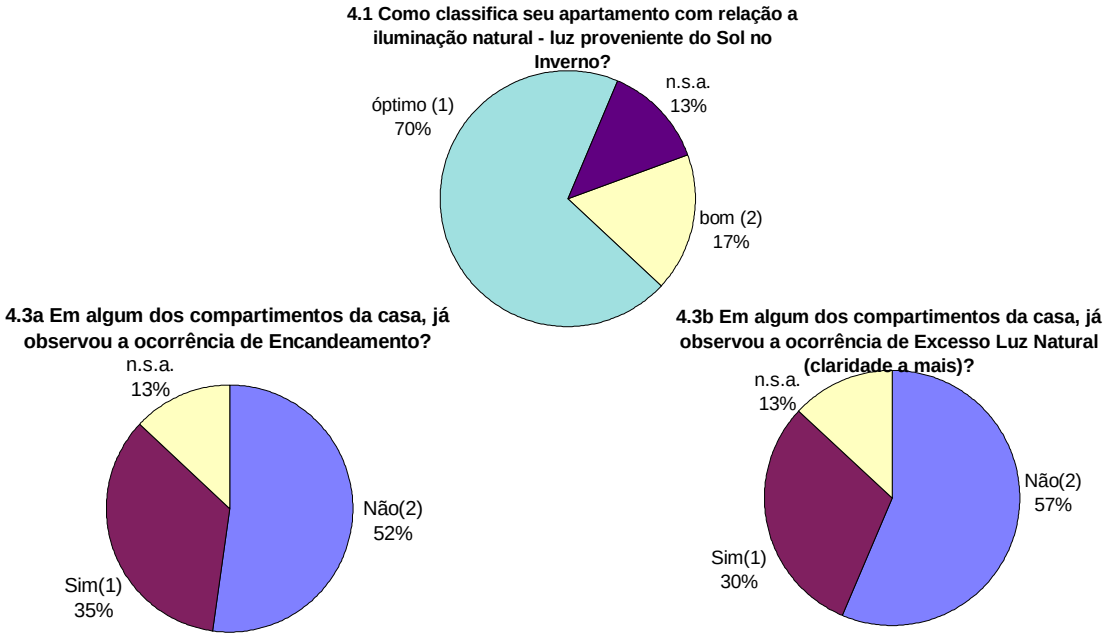


Figura 2.22: Gráficos opiniões utentes sobre Iluminação Natural das respectivas unidades habitacionais no Inverno, Inquérito Inverno.

2.3.2 Análise Geral Monitorizações

2.3.2.1 Análise Geral Monitorizações - Verão 2007

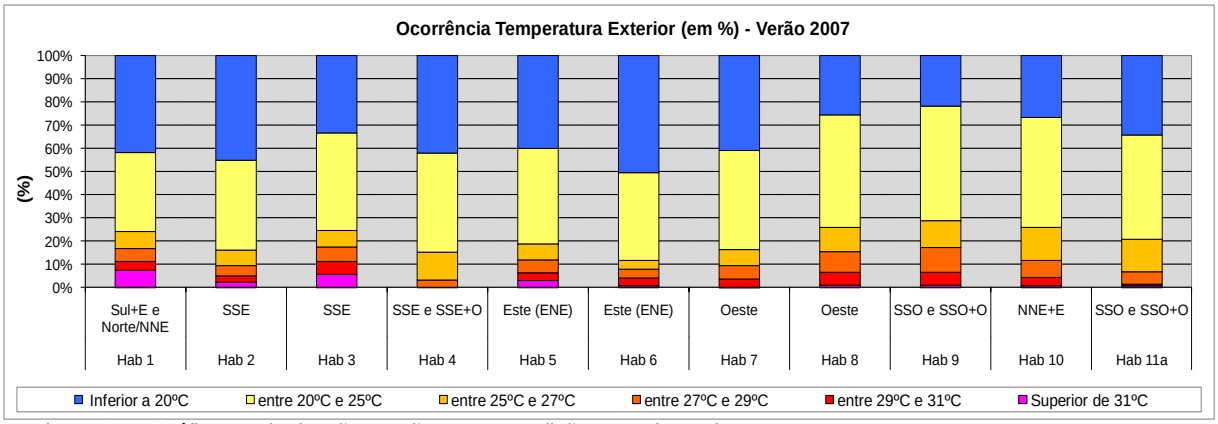


Figura 2.23: Gráfico Monitorizações Verão 2007, Condições Exteriores de Temperatura.

Para a maior parte dos períodos de monitorizações as temperaturas exteriores estiveram abaixo dos 20ºC em aproximadamente 35%-40% do tempo. Os períodos correspondentes as medições efectuadas nas habitações 6 e 2 foram os que apresentaram temperaturas exteriores inferiores a 20ºC durante mais tempo (45%-50% do tempo), enquanto foram os períodos de medição nas unidades 8, 9 e 10 com temperaturas inferiores a 20ºC em menos tempo (25% do tempo).

Na maioria dos períodos de monitorizações, as temperaturas exteriores estiveram entre 20ºC e 25ºC (temperaturas de Conforto) em aproximadamente 40% do tempo, sendo que para os períodos correspondentes as medições decorridas nas habitações 8, 9 e 10, as temperaturas exteriores estiveram entre estes valores em aproximadamente 50% do tempo.

Em média as temperaturas exteriores estiveram entre 25ºC e 27ºC (próximo temperatura de conforto) nos diferentes períodos, em aproximadamente 9% do tempo. Os períodos correspondentes as habitações 4, 7, 8, 9, 10 e 11 foram os que apresentaram temperaturas exteriores dentro destes valores durante mais tempo, aproximadamente entre 10,5% e 14% do tempo.

Em média as temperaturas exteriores estiveram entre 27ºC e 31ºC (nos diferentes períodos) em aproximadamente 10% do tempo. Os períodos correspondentes as habitações 3, 8, 9 e 10 foram os que apresentaram temperaturas exteriores dentro destes valores durante mais tempo (entre 11% e 16% do tempo); e os correspondentes as habitações 4 e 11 os que apresentaram temperaturas dentro destes valores durante menos tempo (entre 3% e 6% do tempo).

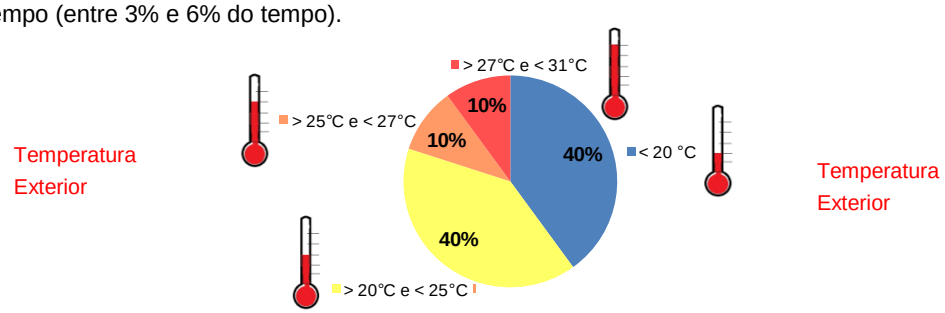


Figura 2.24:Caracterização Geral da Temperatura Exterior (em % do tempo em que esteve numa determinada temperatura) ao Longo dos Diversos Períodos de Monitorização (Verão de 2007).

Desta forma, de modo geral as temperaturas exteriores estiveram abaixo dos 25ºC nos diferentes períodos de monitorizações em cerca de 70%-85% do tempo. Assim, as demais temperaturas, acima dos 25ªC, estão distribuídas nos 15%-30% restantes.

Os períodos correspondentes as habitações 8, 9 e 10 não apresentaram temperaturas acima dos 31ºC comparativamente com os períodos das habitações 1, 2, 3 e 5; entretanto foram estes primeiros que apresentaram temperaturas entre 25ºC- 31ºC durante mais tempo. Os períodos correspondentes as habitações 4 e 11 foram os que apresentaram menor percentagem de temperaturas exteriores acima dos 29ºC.

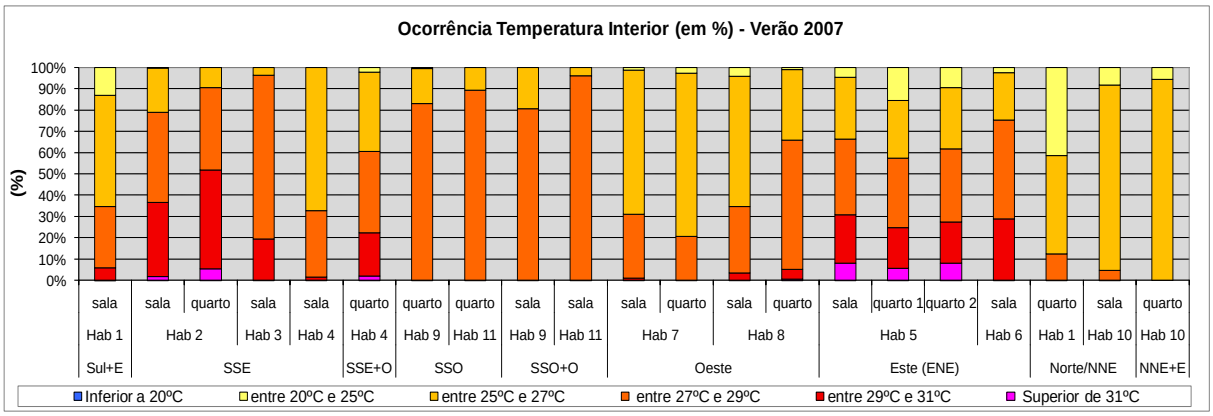


Figura 2.25: Gráfico Monitorizações Verão 2007, Condições Interiores de Temperatura.

Nenhum dos apartamentos/compartimentos monitorizados durante os meses de Verão de 2007 apresentaram temperatura interior inferiores a 20ºC.

Em média as temperaturas interiores foram superiores a 27ºC em aproximadamente 75% do tempo para nos compartimentos orientados a Sul, 38% do tempo nos orientados a Oeste, 6% nos orientados a Norte e 65% nos orientados a Este. Entretanto verifica-se que foram nas unidades a Este a apresentarem temperaturas superiores a 29 ºC durante mais tempo (em 30% do tempo), enquanto nas orientadas a Sul estas representaram em média 14% do tempo, e a Oeste somente 2%.

Alguns compartimentos apresentaram temperaturas entre 25ºC e 27ºC na maior parte do tempo, foram estes principalmente aqueles com envidraçados orientados praticamente a Norte. A habitação 10 apresentou temperaturas dentro destes valores em praticamente 85%-95% do tempo.

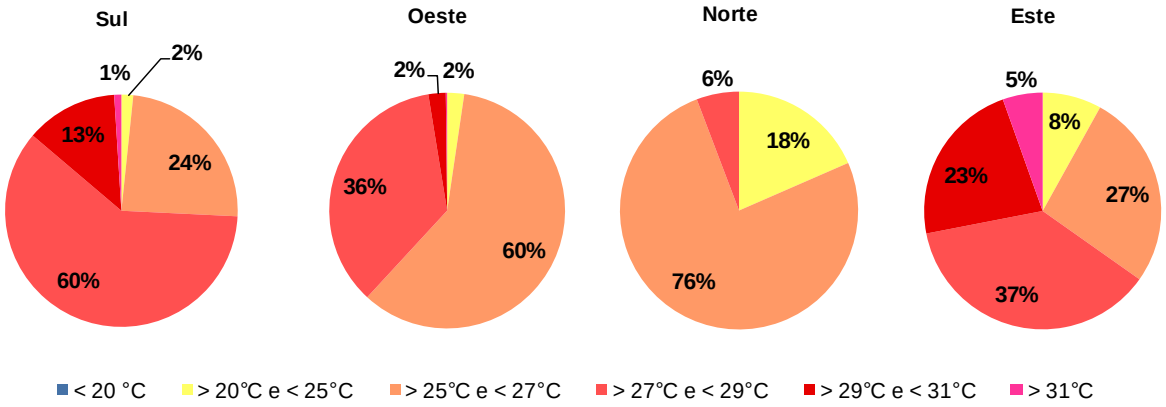


Figura 2.26 Caracterização Geral da Temperatura no Interior dos Ambientes (amostra) orientados a Sul, Oeste, Norte e a Este - Monitorizações (Verão de 2007).

Nota-se que as habitações (7, 8, 9, 10 e 11) pertencentes ao Edifícios Alcântara-Rio, as quais possuem sistemas de sombreamento exterior do tipo estore (para além de uma pala horizontal fixa), apresentaram temperaturas na maior parte do tempo entre 25ºC-27ºC e 27ºC-29ºC,em 92%-100% do tempo. Sendo que os compartimentos com envidraçados: a Sul apresentaram temperaturas entre 27ºC e 29ºC em 87% do tempo; a Norte apresentaram temperaturas entre 25ºC e 27ºC em 90% do tempo; a Oeste apresentaram temperaturas entre 27ºC e 29ºC em 35% do tempo e entre 25ºC e 27ºC em 60% do tempo.

As habitações monitorizadas nos edifícios Pertejo (Hab. 2, 3, 4, 5 e 6) e Navitejo (Hab. 1 sala), as quais na maior parte não apresentam dispositivos de sombreamento/obstrução exterior, apresentaram temperaturas distribuídas praticamente entre os 25ºC e ≥31ºC. Os compartimentos com envidraçados a Este apresentaram temperaturas entre 27ºC e 31ºC em 60% do tempo, e também superiores a 31ºC em aproximadamente 7% do tempo. As habitações 2 e 3 apresentaram temperaturas entre 27ºC e 29ºC em 75%-95% do tempo, sendo que a habitação 2 apresentou temperaturas superiores a 29ºC em mais de 40% do tempo.

2.3.2.2 Análise Geral Monitorizações - Inverno 2007-2008

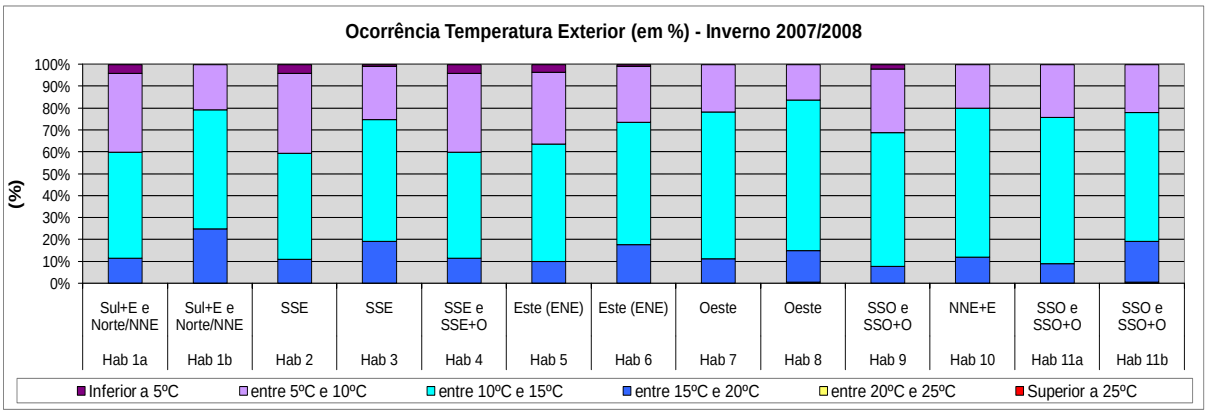


Figura 2.27: Gráfico Monitorizações Inverno 2007-2008, Condições Exteriores de Temperatura.

Os períodos de monitorizações que apresentaram temperaturas exteriores inferiores a 10 ºC durante mais tempo foram os correspondentes as medições efectuadas nas habitações 1a, 2, 4, 5 e 9, sendo que em 30%-35% do tempo as temperaturas estiveram entre 5ºC e 10ºC e, em aproximadamente 5% do tempo as temperaturas foram inferiores a 5ºC. Os demais períodos apresentaram temperaturas entre 5ºC e 10ºC em aproximadamente 20%-25% do tempo.

Praticamente em todos os períodos de monitorizações realizados durante os meses de Inverno de 2007-2008, a temperatura exterior esteve na maior parte do tempo entre 10ºC e 15ºC, em mais de 50% do tempo. Os períodos correspondentes as medições efectuadas nas habitações 7, 8, 10 e 11 foram os que apresentaram temperaturas entre 10ºC e 15ºC durante mais tempo, em 65% do tempo.

Com excepção dos períodos de monitorizações correspondentes as habitações 1b, 3, 6 e 11b, os demais períodos de monitorizações apresentaram temperatura acima de 15ºC (entre 15ºC e 20ºC) em aproximadamente 10%-15% do tempo.

Alguns períodos apresentaram temperaturas exteriores entre 20ºC e 25ºC, sendo estes os correspondentes os medições efectuadas nas habitações 1b, 8 e 11b.

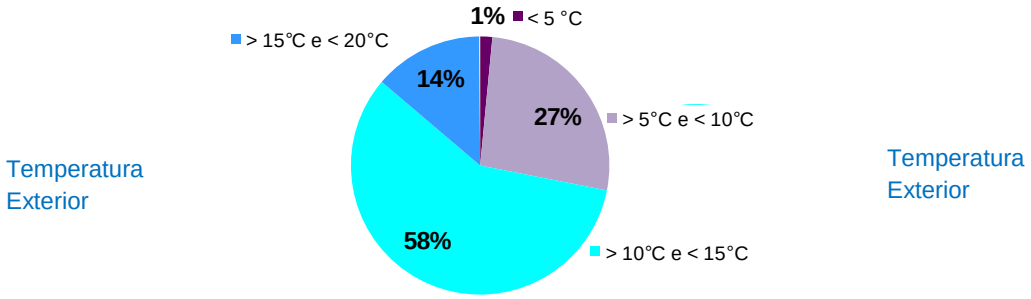


Figura 2.28: Caracterização Geral da Temperatura Exterior (em % do tempo em que esteve numa determinada temperatura) ao Longo dos Diversos Períodos de Monitorização (Inverno de 2007-2008).

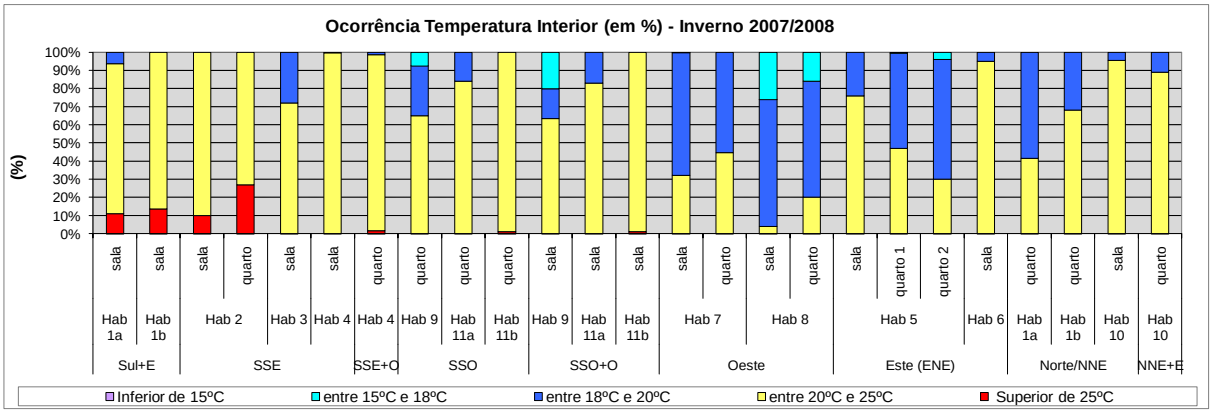


Figura 2.29: Gráfico Monitorizações Inverno 2007-2008, Condições Interiores de Temperatura.

Nenhuns dos compartimentos monitorizados durante os meses de Inverno de 2007-2008 apresentaram temperatura interior abaixo de 15ºC. Entretanto alguns apresentaram temperaturas inferiores a 18ºC.

O único apartamento com envidraçados praticamente a Sul e que apresentou temperaturas inferiores a 18ºC, foi a habitação 9 em aproximadamente 7%-20% do tempo, sendo que este esteve fechado e sem ocupação durante um longo período das medições efectuadas (janelas fechadas e estores para baixo). As outras habitações que apresentaram temperaturas inferiores a 18ºC foram: a habitação 8 (com envidraçados a Oeste) em 16%-26% do tempo, e a habitação 5 (com envidraçados praticamente a Este) em aproximadamente 0,5%-4% do tempo.

Somente alguns dos compartimentos com envidraçados praticamente a Sul apresentaram temperaturas inferiores a 20ºC (entre 20ºC e 18ºC), foram as habitações 1 (na primeira etapa de medições – 1a), 3, 9 e 11 (na primeira etapa de medições – 11a), em 6% a 26% do tempo. Os compartimentos das habitações com envidraçados orientados praticamente a Oeste e posteriormente a Este, foram os que apresentaram temperaturas interiores entre 18ºC e 20ºC durante mais tempo, aproximadamente entre 55% e 70% do tempo.

Comparando os compartimentos da habitação 1 (em ambos períodos de medições 1a e 1b), nota-se que o compartimento com envidraçados orientados a Sul desta unidade apresentou temperaturas entre 18ºC e 20ºC em 0%-6% do tempo, enquanto o compartimento com envidraçados orientados a Norte apresentou temperaturas dentro destes valores entre 32%-52% do tempo.

Foram as habitações com envidraçados orientados praticamente a Sul (Sul, SSE, SSO) a apresentarem temperaturas entre 20ºC e 25ºC durante mais tempo, em média 85% do tempo. As unidades orientadas a Oeste apresentaram temperaturas dentro destes valores (em média) em 25% do tempo, as orientadas a este em 62% do tempo e as orientadas a Norte em 73% do tempo.

Em alguns compartimentos com envidraçados a Sul obteve-se temperaturas superiores a 25ºC, mesmo na estação fria, foram as habitações: hab1 (temperatura acima de 25ºC em aproximadamente 11%-14% do tempo), hab2 (aproximadamente 10%-27% do tempo), hab4 e hab11 (aproximadamente 1-1,5% do tempo).

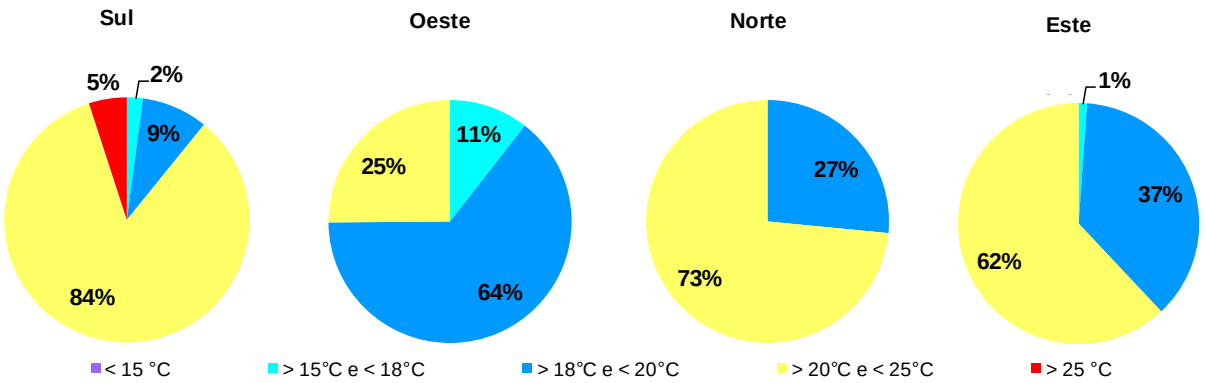


Figura 2.30 Caracterização Geral da Temperatura no Interior dos Ambientes (amostra) orientados a Sul, Oeste, Norte e a Este - Monitorizações (Inverno 2007-2008).

2.3.2.3 Análise Geral Monitorizações - Verão 2008

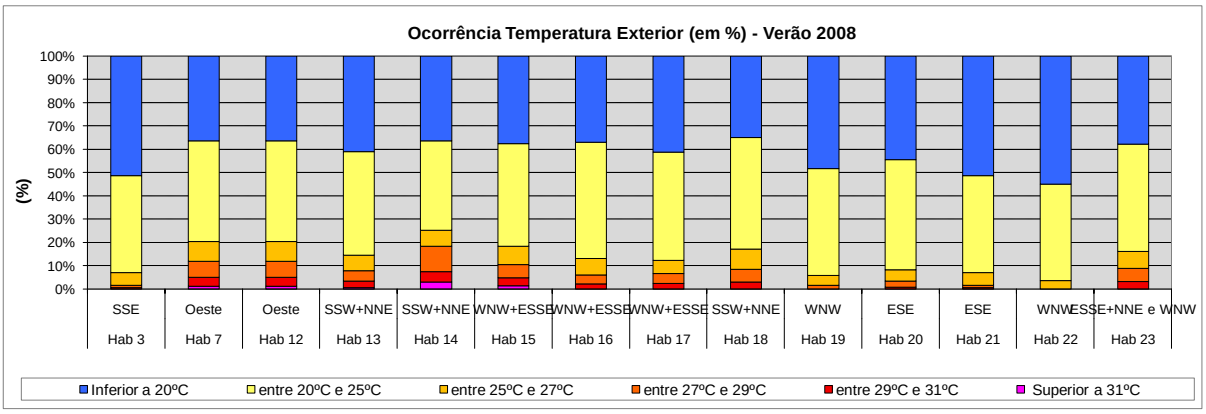


Figura 2.31: Gráfico Monitorizações Verão 2008, Condições Exteriores de Temperatura.

Para a maior parte dos períodos de monitorizações as temperaturas exteriores estiveram abaixo dos 20ºC em aproximadamente 41% do tempo. Os períodos correspondentes as medições efectuadas nas habitações 21 e 22 foram os que apresentaram temperaturas exteriores inferiores a 20ºC durante mais tempo comparativamente com os demais, aproximadamente entre 50%-55% do tempo.

Na maioria dos períodos de monitorizações, as temperaturas exteriores estiveram entre 20ºC e 25ºC (temperaturas de Conforto) em aproximadamente 45% do tempo, sendo que para os períodos correspondentes as medições decorridas nas habitações 16, 18 e 20, as temperaturas exteriores estiveram entre 20ºC e 25ºC em aproximadamente 50% do tempo.

Em média as temperaturas exteriores estiveram entre 25ºC e 27ºC (próximo temperatura de conforto) nos diferentes períodos, em aproximadamente 6,5% do tempo. Os períodos correspondentes as habitações 7, 12 e 18 foram os que apresentaram temperaturas exteriores dentro destes valores durante mais tempo, aproximadamente entre 9% do tempo.

As temperaturas exteriores estiveram entre 27ºC e 31ºC (nos diferentes períodos) em aproximadamente 8% do tempo. Os períodos correspondentes as habitações 7, 12, 14 e 15 foram os que apresentaram temperaturas exteriores dentro destes valores durante mais tempo (entre 9% e 15,5% do tempo); e os correspondentes as habitações 19, 20, 21 e 22 os que apresentaram temperaturas dentro destes valores durante menos tempo (entre 0,5% e 3% do tempo).

Somente os períodos correspondentes as habitações 7, 12, 13, 14 e 15 apresentaram temperaturas exteriores superiores a 31ºC em aproximadamente 0,5% a 3% do tempo.

Desta forma, de modo geral as temperaturas exteriores estiveram abaixo dos 25ºC nos diferentes períodos de monitorizações em cerca de 75%-95% do tempo. Assim, as demais temperaturas quando acima dos 25ºC, estão distribuídos nos 5%-25% restantes.

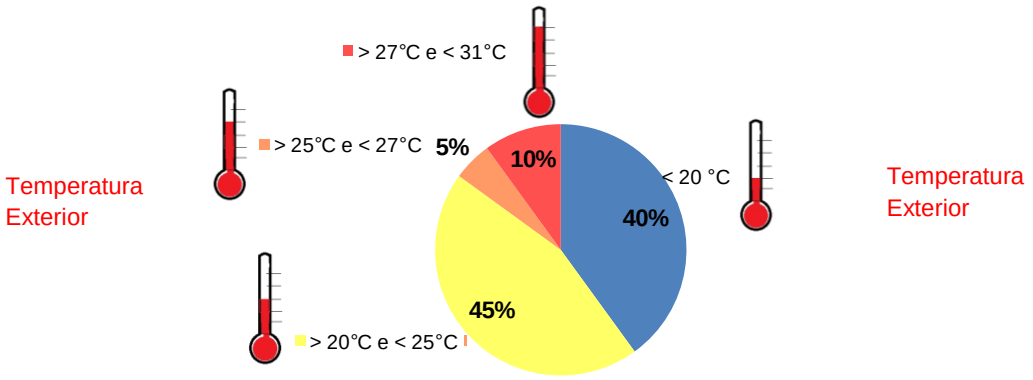


Figura 2.32: Caracterização Geral da Temperatura Exterior (em % do tempo em que esteve numa determinada temperatura) ao Longo dos Diversos Períodos de Monitorização (Verão de 2008).

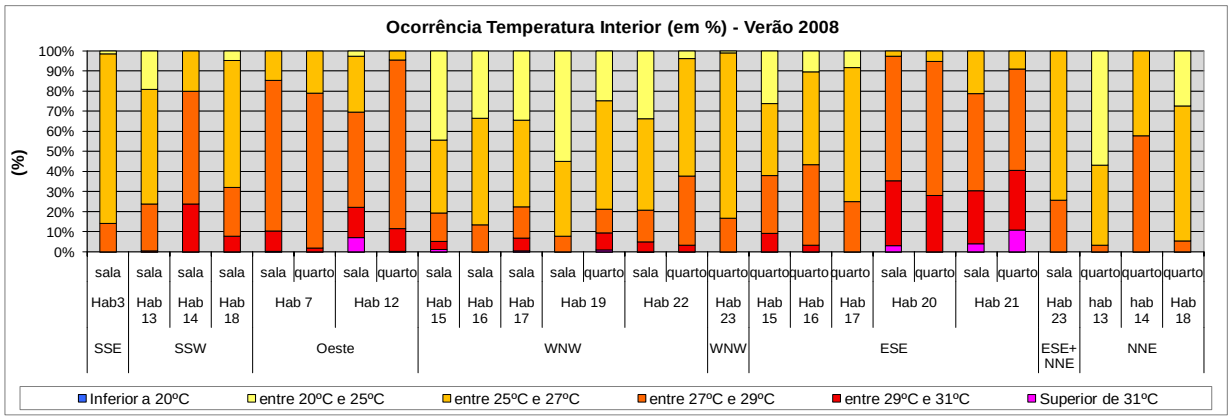


Figura 2.33: Gráfico Monitorizações Verão 2008, Condições Interiores de Temperatura.

Nenhuns dos compartimentos monitorizados durante os meses de Verão de 2008 apresentaram temperatura interior inferiores a 20ºC. Em média os compartimentos a Norte apresentaram temperatura entre 20ºC e 25ºC em 30% do tempo, os a Oeste em 20%, os a Este e a Sul em 5% do tempo.

A temperatura interior nos diversos compartimentos da amostra esteve entre 25ºC e 27ºC, em 55% do tempo nos compartimentos a Sul, em 50% do tempo nos compartimentos a Norte, 40% nos a Oeste, e 30% nos a Este. Relativamente a temperaturas superiores a 27ºC, verifica-se que os compartimentos a Sul e a Oeste apresentaram temperatura acima deste valor em 40% do tempo, enquanto os compartimentos a Este em 60% do tempo.

Foram os compartimentos das habitações 20 e 21 (a Este) a apresentarem temperaturas entre 27ºC e 31ºC durante a maior parte do tempo, 80%-90% do tempo; sendo que em 26%-32% das medições a temperatura destes estive entre 29ºC-31ºC.

Nota-se que as habitações 7 e 12 pertencentes ao Edifícios Alcântara-Rio, as quais possuem sistemas de sombreamento exterior do tipo estore (para além de uma pala horizontal fixa), bem como as habitações 20, 21 (com grandes envidraçados a Este) e habitação 14 apresentaram temperaturas entre 27ºC-29ºC, durante mais tempo, em aproximadamente 50%-85% do tempo.

O compartimento sala com envidraçado praticamente a Sul da habitação 14 apresentou temperatura dentro destes valores em cerca de 24% do tempo, entretanto o compartimento quarto desta habitação (orientado a praticamente a Norte) não apresentou temperaturas dentro destes valores.

Foram os compartimentos da habitação 21 (com grandes envidraçados a praticamente a Este) que apresentaram temperaturas superiores a 31ºC durante mais tempo, em aproximadamente 4%-10% do tempo. As habitações 12, 20 e 15 também apresentaram temperaturas dentro destes valores em aproximadamente 2%-7% do tempo.

Observação: praticamente todas as habitações da amostra não possuem sistema de ar condicionado, de forma que o modo como a ventilação natural foi promovida pode ter sido determinante nos resultados obtidos, assim como a forma como os dispositivos de protecção reguláveis (portadas, estores e outros) foram utilizados.

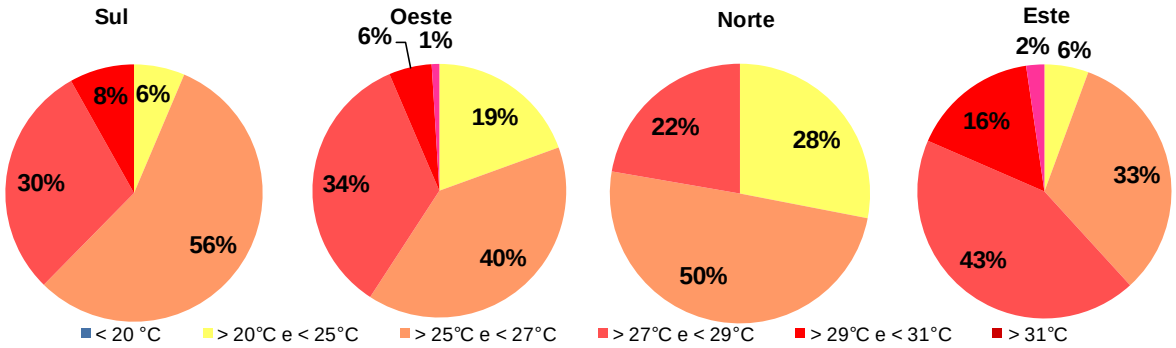


Figura 2.34: Caracterização Geral da Temperatura no Interior dos Ambientes (amostra) orientados a Sul, Oeste, Norte e a Este - Monitorizações (Verão de 2008).

2.3.2.4 Análise Geral Monitorizações - Inverno 2008-2009

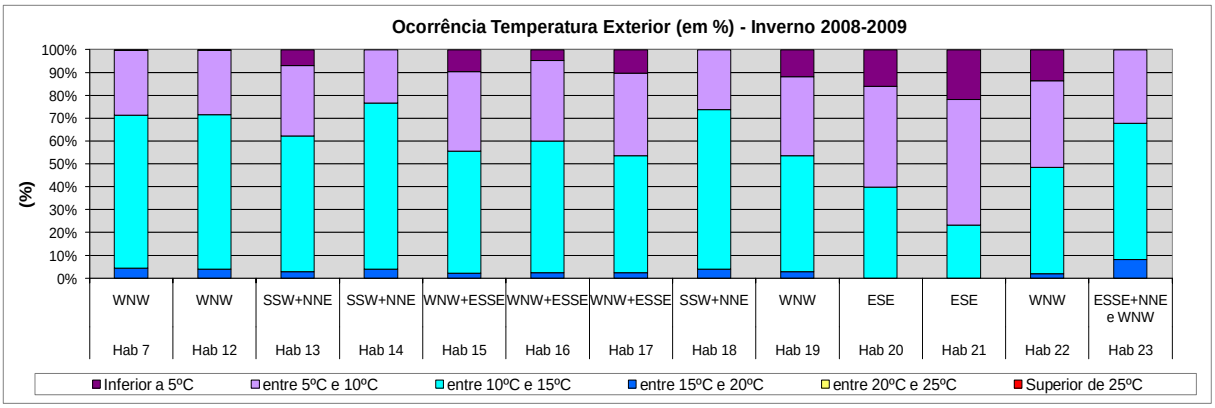


Figura 2.35: Gráfico Monitorizações Inverno 2008-2009, Condições Exteriores de Temperatura.

Em média as temperaturas exteriores estiveram abaixo de 5ºC nos diferentes períodos, em 7% do tempo. Os períodos de monitorizações que apresentaram temperaturas exteriores mais baixas durante mais tempo foram os correspondentes as medições efectuadas nas habitações 19, 20, 21 e 22 (unidades orientadas a Oeste e Este do Edifícios Jd São Bartolomeu), sendo que nestas em 12%-22% do tempo as temperaturas foram inferiores a 5ºC. Somente nos nas habitações 14, 18 e 23 não se presenciou temperaturas exteriores inferiores a 5ºC.

Praticamente os diferentes períodos de monitorizações realizados apresentaram temperatura exterior entre 5ºC e 10ºC, entre 25% e 55% do tempo, em média 35% do tempo. Os períodos correspondentes as medições efectuadas nas habitações 20 e 21 foram os que apresentaram temperaturas entre 5ºC e 10ºC durante mais tempo, em 45% e 65% do tempo. Os períodos correspondentes as habitações 14 e 18 foram os que apresentaram temperaturas dentro destes valores durante menos tempo (25% do tempo).

Todos os períodos de monitorizações apresentaram em boa parte do tempo temperaturas exterior entre 10ºC e 15ºC, normalmente superior a 40% do tempo (com excepção do período correspondente a monitorização na habitação 21 com 23% do tempo). Em média para os diferentes períodos as temperaturas estiveram dentro destes valores em aproximadamente 55% do tempo. Os períodos correspondentes as medições efectuadas nas habitações 7, 12, 14 e 18 foram os que apresentaram temperaturas entre 10ºC e 15ºC durante mais tempo, em 70% do tempo.

Com excepção dos períodos de monitorizações correspondentes as habitações 20 e 21, os demais períodos de monitorizações apresentaram temperatura acima entre 15ºC e 20ºC em 3%-4% do tempo. Somente o período correspondente a habitação 23 apresentou temperaturas dentro destes valores durante mais tempo, em 8% do tempo.

Em nenhum dos períodos ocorreram temperaturas exteriores entre 20ºC e 25ºC ou superiores.

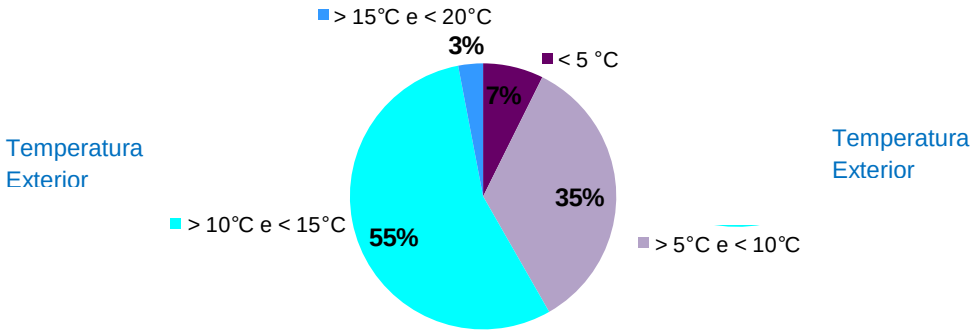


Figura 2.36: Caracterização Geral da Temperatura Exterior (em % do tempo em que esteve numa determinada temperatura) ao Longo dos Diversos Períodos de Monitorização (Inverno de 2008-2009).

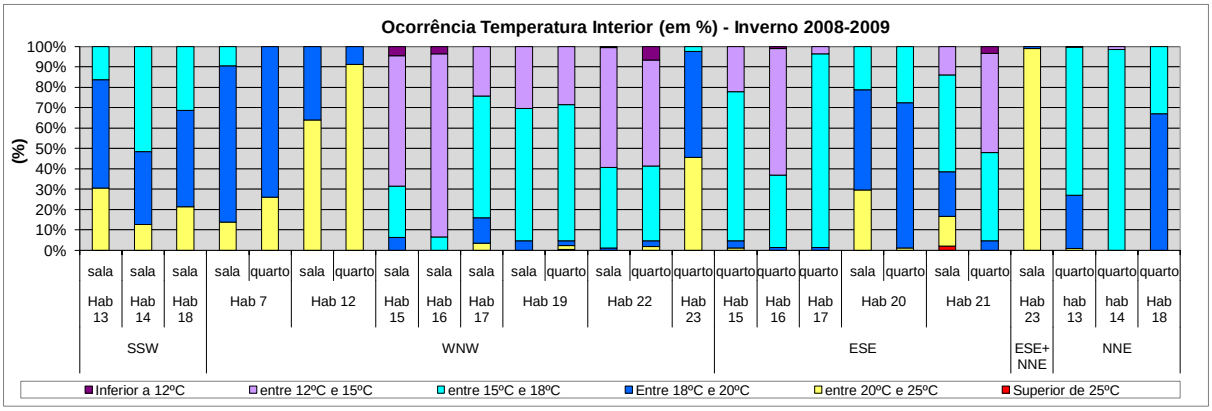


Figura 2.37: Gráfico Monitorizações Inverno 2008-2009, Condições Interiores de Temperatura.

Praticamente todos os compartimentos monitorizados durante o Inverno de 2008-2009 apresentaram temperaturas interiores abaixo de 18ºC durante boa parte do tempo. Em média os compartimentos a Norte apresentaram temperatura abaixo deste valor em 70% do tempo, os a Este em 62%, os a Oeste em 55%, e os a Sul em 33% do tempo. Entretanto foram aqueles orientados a Oeste e a Este a apresentarem temperaturas inferiores a 15ºC durante mais tempo que os demais compartimentos da amostra, em média respectivamente 30% e 20% do tempo. Desta forma, foram as habitações 15, 16, 17, 19, 22, 21 (quarto), 14 (quarto) apresentaram temperaturas inferiores a 18ºC entre 90% e 100% do tempo. Enquanto foram as unidades 15, 16, 22 e 21 a apresentaram temperaturas inferiores a 12ºC (em 3% a 7% do tempo), estes correspondem principalmente a compartimentos com orientação Oeste e Este.

Foram as habitações 7, 12, 20, 23 e os compartimentos orientados praticamente a Sul das habitações 13, 14 e 18 que apresentaram temperaturas entre 18ºC e 20ºC durante mais tempo, entre aproximadamente 22% e 75% do tempo. Para as demais habitações e compartimentos que apresentaram temperaturas dentro destes valores, estas não foram superiores a 10%-20% do tempo.

Em média os compartimentos a Sul, Oeste e Este apresentaram temperatura entre 20ºC e 25ºC em 20% do tempo, enquanto os a Norte apresentaram em 1% do tempo. Destaque para as habitações 12 e 23, que apresentaram em alguns de seus compartimentos monitorizados temperaturas dentro destes valores em mais de 90% do tempo (provavelmente contando com o sistema de aquecimento central accionado constantemente). Entretanto somente em alguns compartimentos (Hab 13, 19 e 21) obteve-se temperaturas superiores a 25ºC (1% a 2% do tempo), entretanto na maior parte destes tais temperaturas se deram pelo uso de aquecimento.

Comparando os compartimentos das habitações 13, 14 e 18, nota-se que os orientados a Sul apresentaram temperaturas superiores a 20ºC em 35%-55% do tempo, enquanto os compartimentos orientados a Norte apresentaram temperaturas inferiores a 20ºC em praticamente 100% do tempo. Evidenciando a diferença do desempenho térmico entre compartimentos com estas disposições solares.

Foram os compartimentos com envidraçados orientados a Sul (Hab 13, 14 e 18), bem como os que apresentaram uso constante do sistema de aquecimento (12, 20 e 23), a apresentarem temperaturas superiores a 20ºC durante mais tempo. Os demais compartimentos (grande maioria com envidraçados a Oeste, Este e Norte) quando apresentaram temperaturas superiores a 20ºC, estas ocorreram em menos de 5% do tempo.

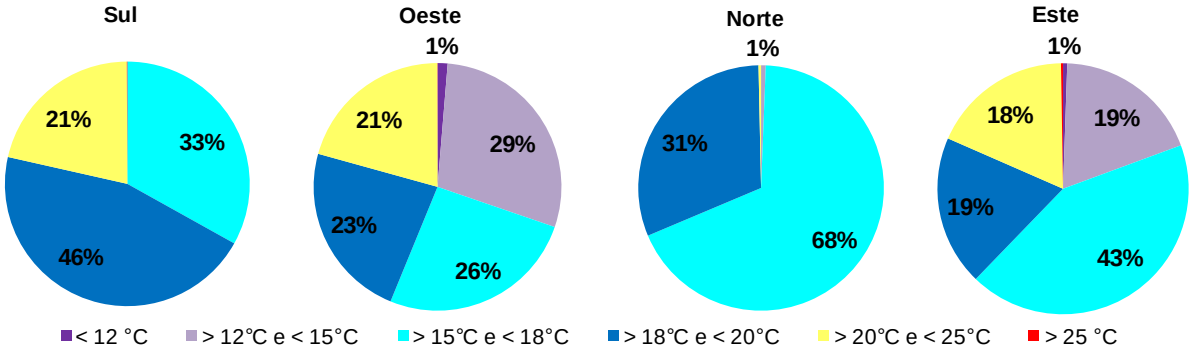


Figura 2.38: Caracterização Geral da Temperatura no Interior dos Ambientes (amostra) orientados a Sul, Oeste, Norte e a Este - Monitorizações (Inverno 2008-2009).

2.3.3.1 Análise Duração do Período de Desconforto – Monitorizações Verão 2007 e 2008

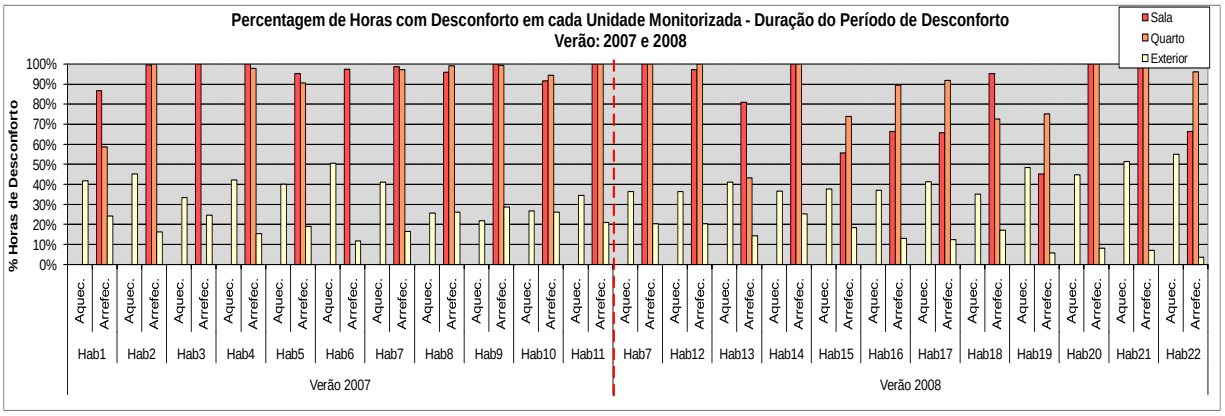


Figura 2.39: Gráfico Período de Desconforto Unidades da Amostra, Verão 2007 e 2008.

Para análise do gráfico acima teve-se em consideração 25ºC como temperatura de conforto de arrefecimento (Tc arrefecimento 25ºC) e a temperatura de conforto de aquecimento de 20ºC (Tc aquecimento 20ºC); isto com base nas temperaturas de conforto preconizadas no DL/80.

Praticamente em todas as monitorizações realizadas durante o Verão de 2007, bem como durante o Verão de 2008, o ambiente exterior esteve em média 40% do tempo com temperaturas inferiores a 20ºC e em 15-20% do tempo com temperaturas superiores a 25ºC.

Verão 2007:

Todos os compartimentos da amostra monitorizados durante o Verão de 2007 apresentaram na maior parte do tempo temperaturas superiores a 25ºC, cerca de 87% a 100% do tempo, com relação ao respectivo período de monitorização.

Verão 2008:

Todos os compartimentos da amostra monitorizados durante o Verão de 2008 apresentaram durante boa parte do tempo temperaturas superiores a 25ºC, de modo que estes estiveram em desconforto em 45% e 100% do tempo com relação ao respectivo período de monitorização.

As unidades que apresentaram maiores percentagens de horas de desconforto foram as habitações 7, 12, 14, 20 e 21, sendo que estas unidades também apresentaram os maiores valores de GDD/nº de Dias, ou seja uma combinação entre intensidade e duração do desconforto que coloca estas habitações como as mais desconfortáveis da amostra (nesta estação quente).

Nas habitações 15, 16 e 17 (com grandes envidraçados em faces opostas - Este e a Oeste) os compartimentos orientados a Este apresentaram valores (percentagem de horas de desconforto) superiores aos dos compartimentos orientados a Oeste, de 15%-25%.

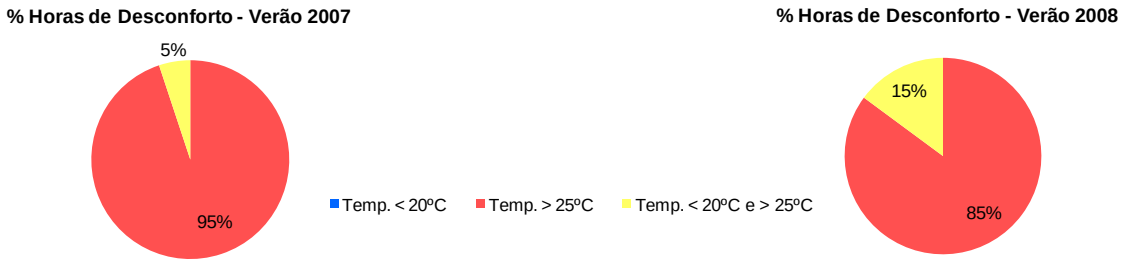


Figura 2.40: Gráficos Resumo Período de Desconforto Amostra Verão de 2007 e Verão de 2008.

2.3.3.2 Análise Duração do Período de Desconforto – Monitorizações Inverno 2007-2008 e 2008-2009

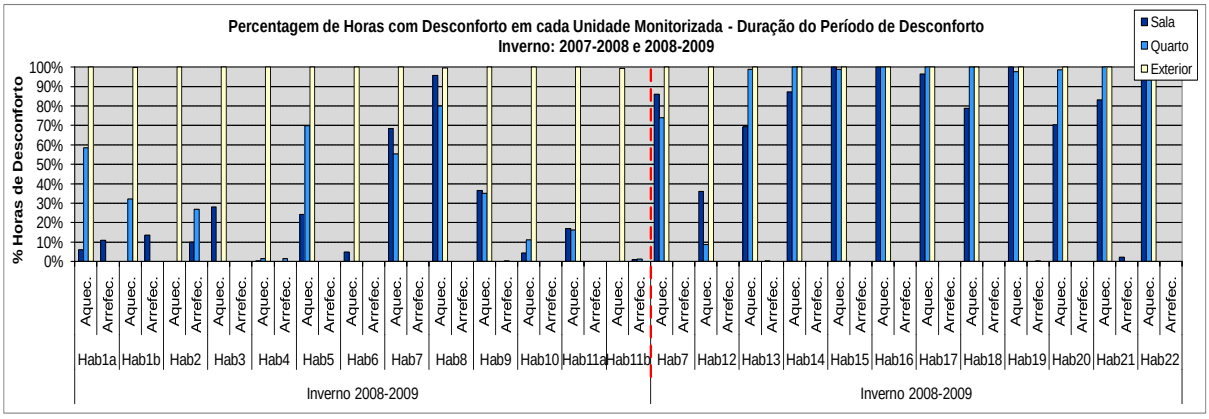


Figura 2.41: Gráfico Período de Desconforto Unidades da Amostra, Inverno 2007-2008 e 2008-2009.

Para análise do gráfico acima teve-se em consideração 20ºC como temperatura de conforto de aquecimento (Tc aquecimento 20ºC) e a temperatura de conforto de arrefecimento de 25ºC (Tc arrefecimento 25ºC); isto com base nas temperaturas de conforto preconizadas no DL/80. Observação: temperaturas superiores a 25ºC que sejam obtidas no interior das unidades nesta estação do ano (estação fria) não são consideradas como necessidades de arrefecimento entretanto são indicadoras de ocorrência de situações de sobreaquecimento.

Praticamente em todas as monitorizações realizadas durante o Inverno de 2007-2008, bem como durante o Inverno de 2008-2009, o ambiente exterior esteve em 100% do tempo com temperaturas inferiores a 20ºC.

Inverno 2007-2008:

Mesmo nesta estação, algumas habitações apresentaram temperaturas acima dos 25ºC, sendo que o compartimento sala de Hab1 apresentou esta situação em aproximadamente 15% do tempo e os compartimentos de Hab2 em 10%-30% do tempo.

As Habitações 7, 8, 9, 10 e 11 são as que apresentam dispositivo de protecção exterior do tipo estore, o qual permite um maior controlo dos envidraçados e adaptação às condições exteriores. De modo geral os compartimentos com envidraçados a Sul foram os que apresentaram menos horas de desconforto de aquecimento.

Inverno 2008-2009:

Nas habitações correspondentes ao Edifício Jd. de São Bartolomeu, os compartimentos quarto (principalmente quando com envidraçados orientados a Oeste, Este e Norte) apresentaram temperaturas inferiores a 20ºC em praticamente 100% do tempo das respectivas monitorizações. Para os ambientes sala destas mesmas habitações, foram aqueles com envidraçados a Sul a apresentar desconforto (aquecimento) durante menos tempo. Nas salas das habitações 20 e 21, com menos tempo em desconforto comparativamente com as demais unidades, contaram com o auxílio constante de aquecimento.

A habitação 12 contou também com sistema de aquecimento de forma constante. Na habitação 7 nota-se desconforto em boa parte do tempo em ambos ambientes, entretanto as temperaturas foram próximas dos 20ºC.

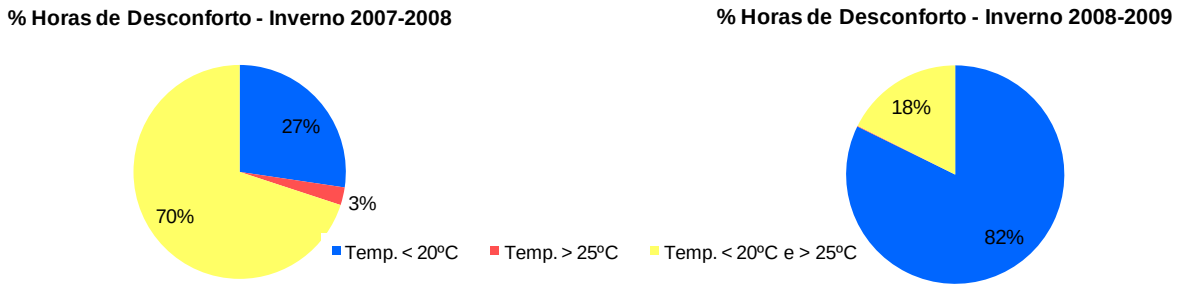


Figura 2.42: Gráficos Resumo Período de Desconforto Amostra Inverno de 2007-2008 e Verão de 2008-2009.

2.3.4.1 Análise Graus Dia de Desconforto de Arrefecimento - Monitorizações Verão 2007 e 2008

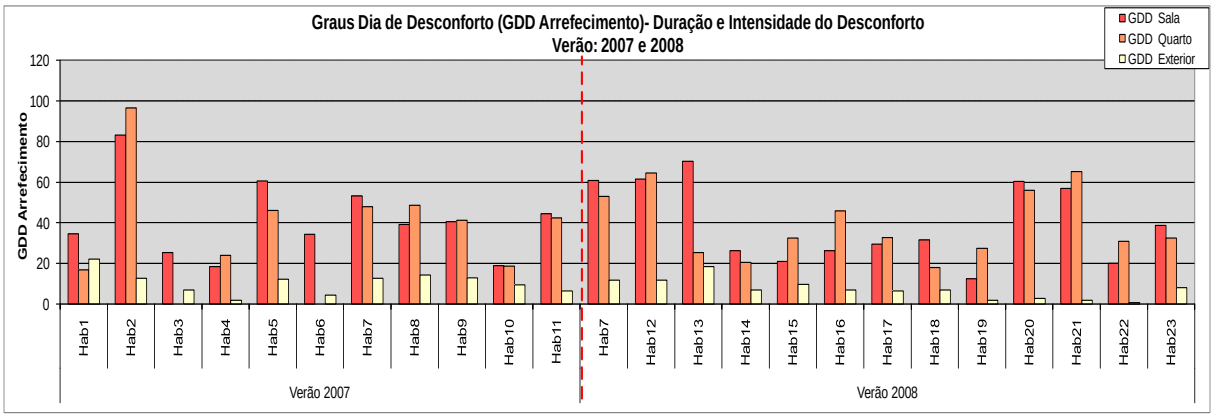


Figura 2.43: Gráficos Graus Dia de Desconforto de Arrefecimento, Amostra Verão 2007 e 2008.

Verão 2007:

Para o ambiente exterior os valores de GDD de arrefecimento foram em média 11GDD; isto considerando os diferentes períodos de monitorização. Os valores de GDDarrefec. para o ambiente exterior variaram entre 2GDD (correspondendo ao período de monitorização em Hab4) e 22GDD (correspondendo ao período de monitorização em Hab1). Os períodos com maiores valores para ambiente exterior foram os correspondentes as medições efectuadas nas habitações 1 e 8.

Para os diferentes compartimentos monitorizados, os valores de GDD de arrefecimento foram 42 GDD. As unidades que apresentaram os maiores valores de GDDarrefec. para ambientes interiores, foram as habitações 2, 5, 7, 8 e 11. Na habitação 2, a qual apresenta compartimentos com grandes envidraçados orientados a Sul. Esta habitação esteve na maior parte do período de monitorização sem ocupação, com janelas fechadas e sem utilização de equipamentos de climatização. Esta habitação não possui dispositivos de protecção directamente nos envidraçados do tipo estore, portadas, persianas ou outro.

A maior parte das unidades com grandes envidraçados praticamente a Sul dos Edifícios Navitejo e Pertejo apresentaram valores de GDDarrefec. entre 17GDD e 35GDD. Entretanto as habitações com grandes envidraçados praticamente a Sul do Edifício Alcântara Rio apresentaram valores 40 e 45 GDD.

Os compartimentos da amostra orientados à Norte (Hab10) apresentaram valores de próximos dos 19 GDD; já os à Oeste (habitações 7 e 8) apresentaram valores entre 40GDD e 50GDD, e os orientados à Este (Hab5 e Hab6) apresentaram valores entre 35 e 60 GDD.

Verão 2008:

Para o ambiente exterior a média de GDD arrefecimento em 2008 nos diferentes períodos de monitorização foi de 7GDD (valor menor comparativamente com o Verão de 2007), sendo que este variou entre 0,7GDD (período de monitorização em Hab 22) e 18,5GDD (monitorização em Hab13). Os períodos com maiores valores para ambiente exterior foram os correspondentes as medições efectuadas nas habitações 7, 12 e 13.

A média de GDDarrefec. para os diferentes compartimentos monitorizados durante 2008-2009 foi de aproximadamente 39GDD, semelhante ao obtido em 2007. As unidades que apresentaram os maiores valores foram as habitações 7, 12, 13, 20 e 21 (cerca de 60 GDD). No compartimento sala da habitação 13, compartimento com grandes envidraçados orientados praticamente a Sul obteve-se 70GDD, sendo que esta habitação esteve na maior parte do período de monitorização sem ocupação, com janelas praticamente fechadas e sem utilização de equipamentos de climatização.

A maior parte das unidades com grandes envidraçados a Sul (habitações 3, 14 e 18) apresentaram valores de entre 25 e 31GDD. Entretanto os compartimentos orientados a Norte (Hab13, 14 e 18) apresentaram valores entre 18-25GDD.

Os compartimentos das habitações 7 e 12 (com grandes envidraçados a Oeste) apresentaram valores de

entre 55GDD e 65GDD. Os demais compartimentos da amostra de 2008, com envidraçados a Oeste, apresentaram valores de GDDarrefec entre os 12GDD e 32 GDD (em média 25GDD).

Nas habitações 15, 16 e 17 (grandes envidraçados em faces opostas - Este e a Oeste) enquanto os compartimentos orientados a Oeste apresentaram valores próximos dos 25GDD os à Este apresentaram valores próximos dos 35-45GDD.

As habitações 20 e 21, com uma face exposta (grandes envidraçados a Este), apresentaram valores de GDD arrefecimento próximo dos 60GDD.

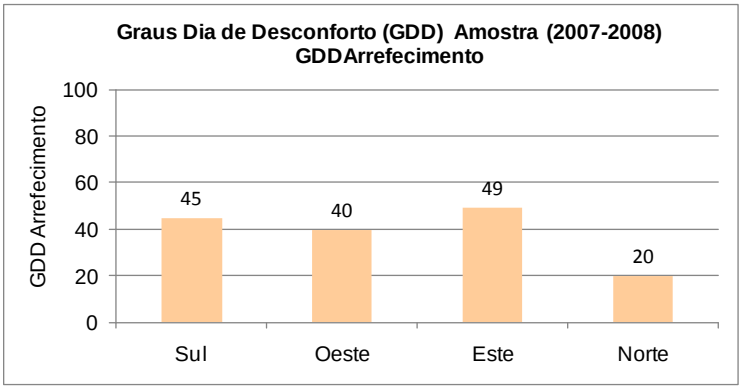


Figura 2.44: Gráfico Resumo Graus Dia de Desconforto de Arrefecimento nas Unidades da Amostra (valores médios de GDD, por orientação solar), Verão 2007 e 2008.

2.3.4.2 Análise Graus Dia de Desconforto de Arrefecimento -Monitorizações Inverno 2007-2008 e 2008-2009

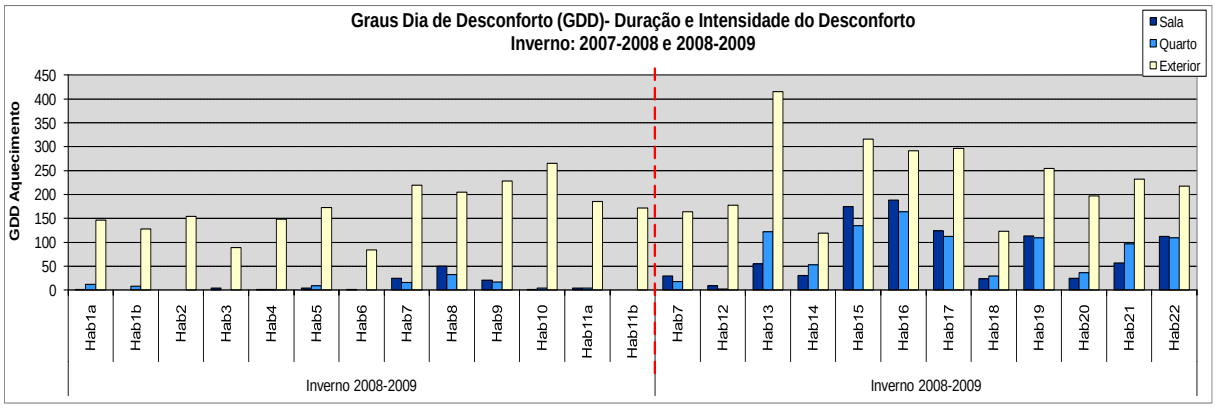


Figura 2.45: Gráficos Graus Dia de Desconforto de Aquecimento, Amostra Inverno 2007-2008 e 2008-2009.

<u>Inverno 2007-2008:</u>

Para os diferentes compartimentos monitorizados, os valores de GDD de aquecimento foram em média 8,5-9,5 GDD, enquanto para o ambiente exterior foi de aproximadamente 170GDD, isto considerando os diferentes períodos de monitorização. Os valores de GDDaquec. para o ambiente exterior variaram entre aproximadamente 80GDD (correspondendo ao período de monitorização efectuado na unidade 6) e 265GDD (correspondendo ao período de monitorização na unidade 10).

Os períodos com maiores valores de GDDaquec. para ambiente exterior foram os correspondentes as medições efectuadas nas habitações 7, 8, 9 e 10, sendo que estas unidades também apresentaram os maiores valores de GDDaquec. para ambientes interiores da amostra de 2007-2008, com excepção da Hab. 10.

Os maiores valores foram obtidos na habitação 8, a qual apresenta compartimentos com grandes

envidraçados orientados à Oeste (aproximadamente 50GDD enquanto nas demais unidades os valores foram inferiores a 25GDD). Foram as unidades com grandes envidraçados a Oeste a apresentarem os maiores valores.

Praticamente todas as unidades com grandes envidraçados a Sul apresentaram valores entre 0GDD e 11GDD, de forma foram estas a apresentarem menor grau de desconforto comparativamente com as demais unidades.

A habitação 9 foi a única unidade com grandes envidraçados a Sul que apresentou valores mais elevados, isto devido a grande parte do período de monitorização a unidade ter estado sem ocupação, sem sistema de aquecimento accionado e com todos os estores exteriores para baixo (redução do potencial de ganhos solares durante os Dias de Inverno).

Nota-se valores de GDD de arrefecimento (3 a 12 GDD) em determinados compartimentos da amostra mesmo nesta estação de aquecimento, são os casos das habitações com grandes envidraçados a Sul (Hab1, 2 e 4).

Inverno 2008-2009:

A média de GDD aquecimento para os diferentes compartimentos monitorizados durante 2008-2009 foi de aproximadamente 75GDD enquanto em 2007-2008 foi de apenas 9GDD. Para o ambiente exterior a média de GDD aquecimento em 2008-2009 nos diferentes períodos de monitorização foi de aproximadamente 235GDD enquanto em 2007-2008 foi de aproximadamente 170GDD.

As unidades que apresentaram os maiores valores de GDD de aquecimento foram principalmente as habitações 15, 16 e 17 (com grandes envidraçados em faces opostas - Este e a Oeste), em seguida as habitações 19 e 22 (com grandes envidraçados a Oeste) e a habitação 21 (com grandes envidraçados a Este). Sendo que, a habitação 16 (unidade situada na cobertura) apresentou valores de GDD aquecimento entre aproximadamente 165 e 190GDD, sendo estes os maiores valores obtidos durante as monitorizações efectuadas no Inverno de 2008-2009. Estes valores ainda poderiam ser agravados caso os utentes não recorressem ao sistema de aquecimento que utilizaram durante as monitorizações.

A Habitação 20 (com grandes envidraçados a Este em andar intermédio) apresentou valores bem inferiores aos da unidade 21 (tipologia semelhante a hab20, mas com maior área de envidraçado e situado na cobertura). Entre os compartimentos da habitação 21 nota-se uma diferença entre valores, pois durante as monitorizações realizadas nesta unidade, o ambiente sala contou com o em prego de aquecimento com alguma constância, enquanto o quarto não.

Na amostra de 2008-2009 são as unidades 7 e 12 que apresentam sistema de climatização centralizado e dispositivos de protecção pelo exterior (tipo estores), de forma a terem sido estas a apresentarem também os menores valores de GDD da amostra de 2008-2009. A seguir foram os compartimentos com grandes envidraçados a Sul (Hab. 13, 14 e 18 salas) a apresentaram menores valores.

Os compartimentos, com grandes envidraçados a Norte das Habitações 13, 14 e 18 (quartos), apresentaram valores de GDD superiores aos dos compartimentos a Sul destas mesmas unidades. No caso da habitação 13, o compartimento quarto (Norte) apresentou-se com praticamente o dobro do obtido para o ambiente sala (Sul).

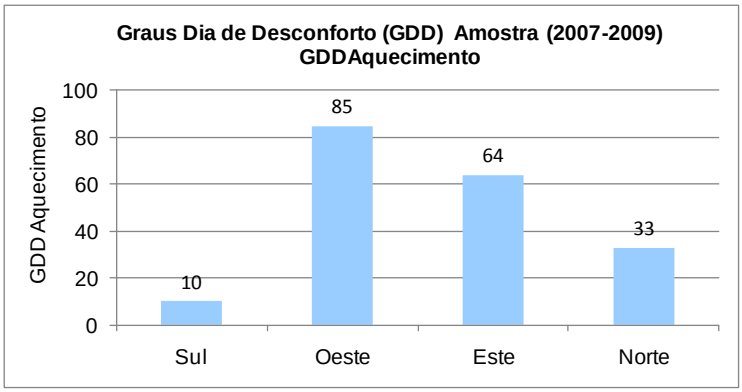
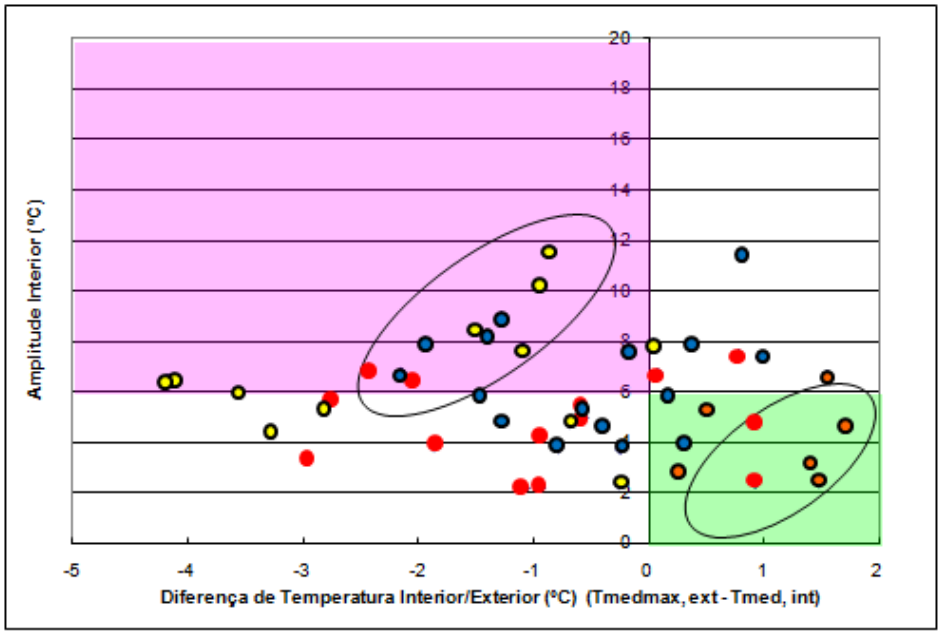


Figura 2.46: Gráfico Resumo Graus Dia de Desconforto de Aquecimento nas Unidades da Amostra (valores médios de GDD, por orientação solar), Inverno 2007-2008 e 2008-2009.

2.3.5 Análise Monitorizações - Verão

De modo a poder comparar o desempenho térmico das habitações presentes na amostra tendo em conta que as diferentes medições decorreram em períodos distintos; dois parâmetros foram calculados, ver Figura 2.47, a qual relaciona a diferença de temperatura entre o valor médio das máximas registado na Estação Meteorológica LNEG (Campus Lumiar) de cada período de medição e a temperatura média no interior (no eixo x); com a amplitude térmica média no interior de cada uma das fracções (no eixo Y). O melhor desempenho térmico no Verão corresponde aos compartimentos que apresentarem maior diferença entre Tinterior/Texterior e uma baixa amplitude térmica interior. Desta forma, a partir da figura a seguir verifica-se de forma geral o desempenho térmico das diferentes fracções e compartimentos; na zona rosa da Figura 2.47 soluções mais críticas e na zona verde as menos críticas.



Legenda: Compartimentos Orientados

Sul **Oeste** **Este** **Norte**

Compartimentos a Sul	Text medmax - T medint	Amplitude Térmica
H1 s	0,78	7,53
H2 s	-2,06	6,54
H2 q	-2,77	5,81
H3 s07	-0,94	4,21
H4 s	-1,87	3,84
H4 q	-2,44	6,98
H9 q	0,93	4,84
H11 q	-0,94	2,23
H9 s	0,92	2,37
H11 s	-1,08	2,21
H3 s08	-2,98	3,32
H13 s	0,07	6,77
H14 s	-0,57	4,99
H18 s	-0,57	5,28

Compartimentos a Oeste	Text medmax - T medint	Amplitude Térmica
H7 s07	-0,40	4,60
H7 q07	-0,25	3,74
H8 s	0,96	7,40
H8 q	0,35	7,94
H7 s08	-1,28	4,82
H7 q08	-0,79	3,77
H12 s	-1,29	9,02
H12 q	-1,47	5,83
H16 s	0,14	5,78
H17 s	-0,18	7,75
H19 q	-1,41	8,31
H22 q	-0,58	5,40
H23 q	0,29	3,88
H15 s	0,81	11,52
H19 s	-2,16	6,80
H22 s	-1,95	8,04

Compartimentos a Este	Text medmax - T medint	Amplitude Térmica
H5 s	-1,49	8,53
H5 q1	-0,87	11,67
H5 q2	-0,96	10,32
H6	-2,81	5,35
H15 q	0,04	7,95
H16 q	-1,10	7,80
H17 q	-0,69	4,76
H20 s	-3,56	6,05
H20 q	-3,28	4,36
H21 s	-4,13	6,59
H21 q	-4,18	6,55
Hab 23	-0,26	2,34

Compartimentos a Norte	Text medmax - T medint	Amplitude Térmica
H1 q	1,70	4,77
H10 s	1,39	3,21
H10 q	1,47	2,40
H13 q	1,55	6,70
H14 q	0,24	2,81
H18 q	0,49	5,41

Figura 2.47: Desempenho Amostra Monitorizações Verão.

A partir deste gráfico constata-se que boa parte dos compartimentos monitorizados apresentam grandes amplitudes térmicas interiores (respondem rapidamente as condições exteriores) e valores negativos de Tmedmax,ext-Tmed,int (compartimentos representados no gráfico na zona cor de rosa); o que significa que estes compartimentos apresentam a média da temperatura interior superior a média da temperatura máxima exteriores. Desta forma, constata-se a necessidade de se ter maiores cuidados e atenções a edifícios com tais

características. Na zona cor-de-rosa do gráfico destacam-se em grande parte os valores correspondentes aos compartimentos orientados a Este e a Oeste (parte destes apresentaram amplitudes térmicas acima dos 8°C); sendo os casos extremos correspondentes a alguns compartimentos orientados a Este.

Com relação aos melhores resultados da amostra verificam-se os compartimentos orientados a Norte, com amplitudes térmicas inferiores a 6°C e valores de Tmedmax,ext-Tmed,int superiores a zero (0 – valores positivos); ou seja temperaturas interiores inferiores a exteriores (melhor desempenho térmico).

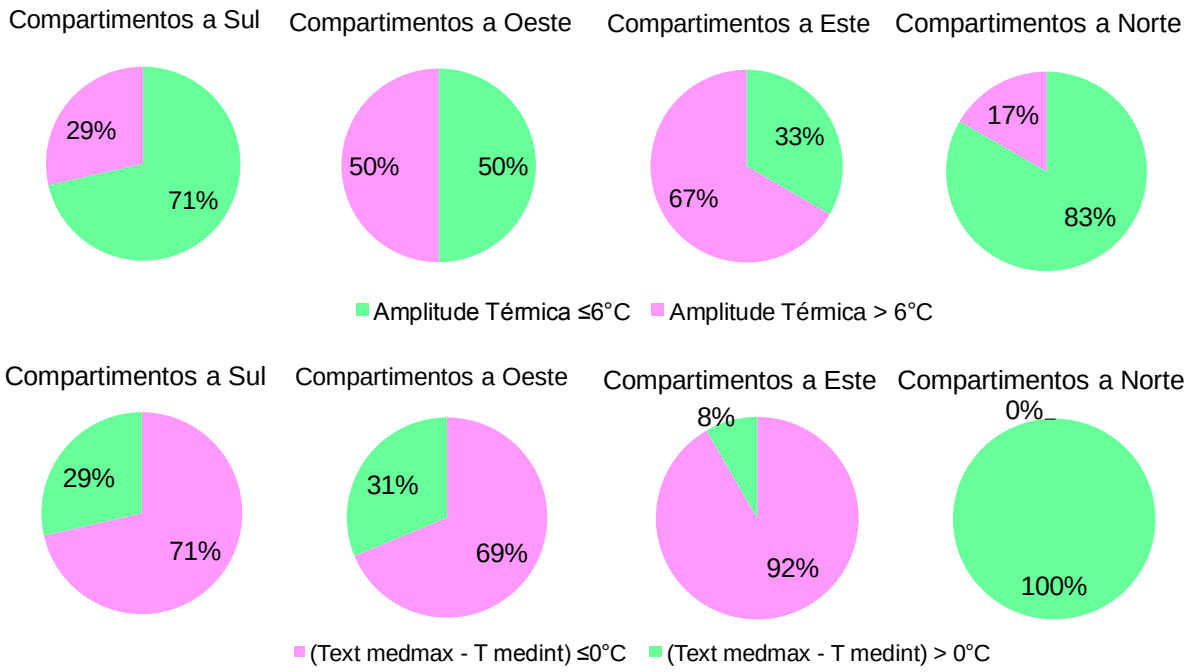


Figura 2.48: Resumo Desempenho Compartimentos da Amostra por Orientação, Monitorizações Verão.

Cerca de 45% dos compartimentos da amostra apresentaram amplitude térmica superior a 6°C e cerca de 65% dos compartimentos da amostra apresentaram temperatura média interior superior a média da temperatura máxima exterior.

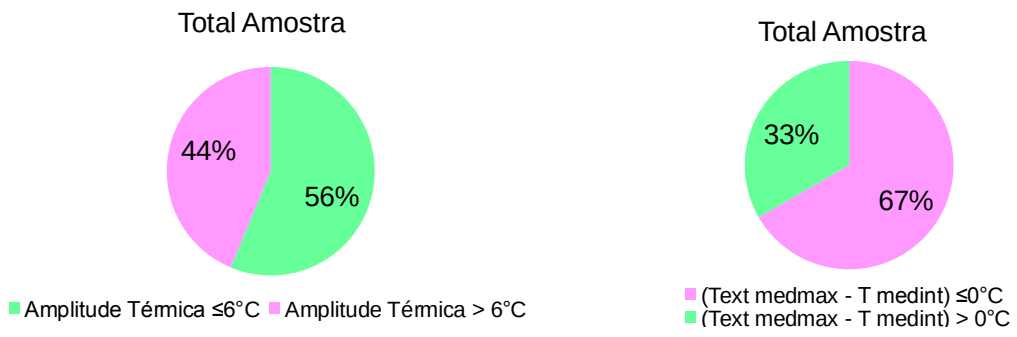


Figura 2.49: Resumo Desempenho Amostra, Monitorizações Verão.

A partir do conjunto de gráficos apresentados nesta secção, verifica-se a ocorrência de compartimentos nas diversas orientações não só na zona rosa (zona crítica – compartimentos com pior desempenho térmico) como também na zona verde (compartimentos com melhor desempenho térmico). O que permite dar indicações de que é possível tanto obter um bom ou mal desempenho térmico em edifícios com grandes áreas de envidraçados nesta estação do ano; bem como o importante papel do arquitecto no que tange as decisões tomadas em projecto face as implicações directas no comportamento térmico dos edifícios (principalmente em edifícios com tais características).

2.3.5.1 Análise Amplitude Térmica e Médias das Temperaturas

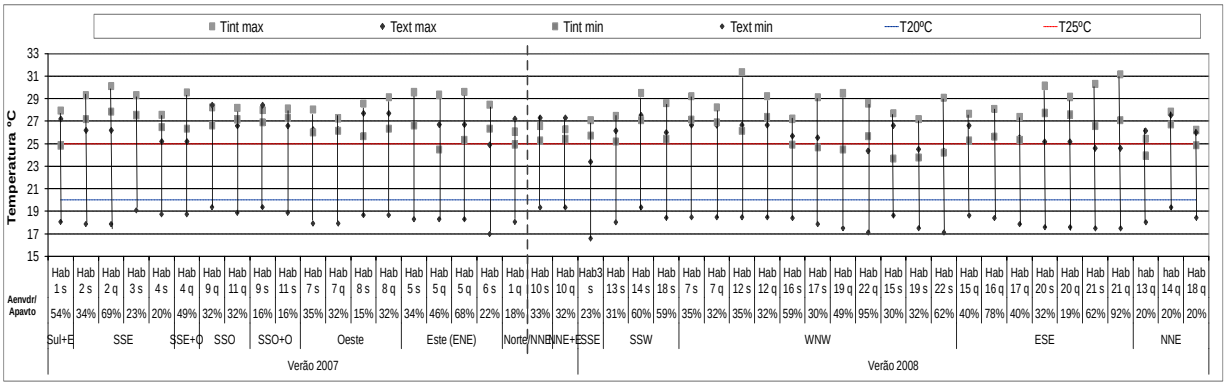


Figura 2.50: Gráfico Amplitude Térmica e Médias das Temperaturas, Amostra Monitorizações Verão.

<u>Média das Temperaturas Médias</u>

Verão 2007:

Para todas as habitações/compartimentos nos respectivos períodos de monitorizações, as médias das temperaturas médias foram superiores aos 25°C, sendo que para a maior parte destes esta foi de aproximadamente 27°C.

Em alguns compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Sul, SSE, SSO), a média das temperaturas médias esteve próxima dos 28°C. Os compartimentos estudados com envidraçados a Norte (Norte, NNE) foram os que apresentaram valores mais baixos de média das temperaturas médias, cerca de 25,5°C.

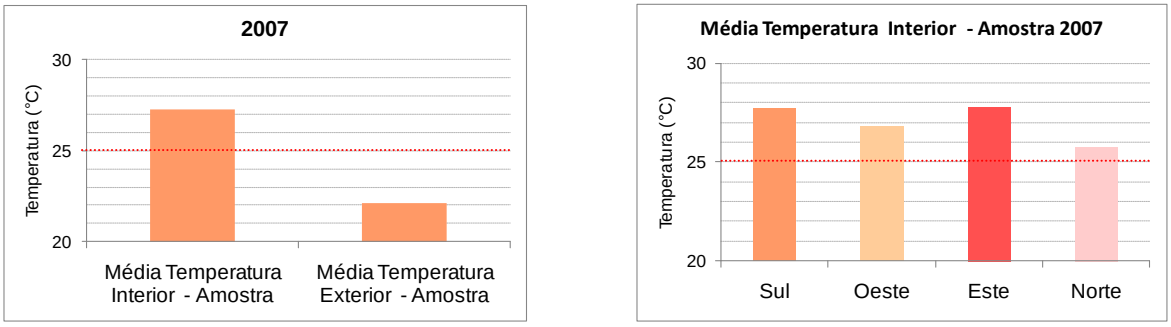


Figura 2.51: Gráficos Média das Temperaturas, Amostra Verão 2007.

Verão 2008:

A média das temperaturas exteriores esteve entre 20°C e 23°C nos diferentes períodos de monitorizações, enquanto a média das temperaturas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação estiveram entre aproximadamente 24,5°C e 29°C (em geral a média foi de aproximadamente 27°C).

Para a maior parte dos compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Hab. 3, 13, 14 e 18), a média das temperaturas esteve entre 26°C e 28°C. Para os compartimentos orientados a Norte (Hab. 13, 14 e 18) a média das temperaturas esteve entre 24,5°C e 27°C (26°C em média).

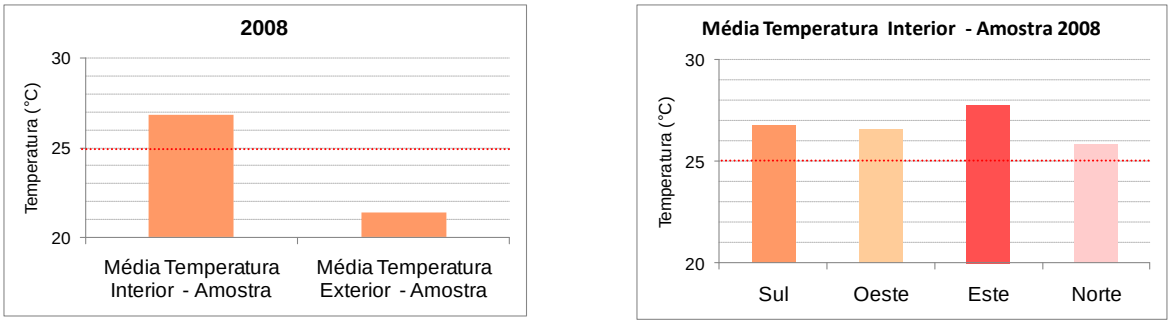


Figura 2.52: Gráficos Média das Temperaturas, Amostra Verão 2008.

A maior parte das unidades e compartimentos com faces expostas a Este e a Oeste apresentaram média das temperaturas próximas dos 26°C, entretanto as habitações 7, 12, 20 e 21 (unidades com uma única face exposta - não apresentam compartimentos em orientações opostas com possibilidade de promover ventilação cruzada) apresentaram valores entre 28°C e 29°C.

Nas habitações 15, 16 e 17 os compartimentos com exposição solar praticamente a Este apresentaram valores de média das temperaturas ligeiramente superiores aos compartimentos destas mesmas unidades com disposição solar praticamente a Oeste (26,5°C para os a Este e 25,5°C para os a Oeste).

Média das Temperaturas Máximas

Verão 2007:
As médias das temperaturas máximas para os diferentes compartimentos/habitações com respectivos períodos de monitorizações foram superiores em cerca de 0,5°C a 1,9°C as médias das temperaturas médias. De modo geral, uma diferença de 1°C entre a média e a média das máximas. Desta forma, para a maior parte dos compartimentos monitorizados a média das máximas foi de aproximadamente 28°C.

Verão 2008:
A média das temperaturas máximas exteriores esteve entre 24,5°C e 27,5°C nos diferentes períodos de monitorizações, enquanto a média das temperaturas máximas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação variaram entre aproximadamente 25,5°C e 31,5°C (em geral a média foi de 28,5°C).

Para a maior parte dos compartimentos estudados com envidraçados p a Sul (Habitações 3, 13, 14 e 18), a média das temperaturas máximas esteve entre 27°C e 29,5°C (28°C em média). Para os compartimentos orientados praticamente a Norte (Hab13, 14 e 18) a média das temperaturas máximas esteve entre 25,5°C e 28°C (26,5°C em média).

A maior parte das unidades e compartimentos com faces expostas a Este e a Oeste apresentaram média das temperaturas máximas próximas dos 28°C, entretanto as habitações 7, 12, 20 e 21 (unidades com uma face exposta - não apresentam compartimentos em orientações opostas com possibilidade de promover ventilação cruzada) apresentaram valores entre 28,5°C e 31,5°C.

As unidades 19 e 22 com grandes envidraçados a Oeste (unidades com uma face exposta - não apresentam compartimentos em orientações opostas com possibilidade de promover ventilação cruzada) apresentaram valores de média das temperaturas máximas próximos dos 28,5°C.

Média das Temperaturas Mínimas

Verão 2007:
As médias das temperaturas mínimas foram próximas ou superiores aos 25°C para todas as habitações/compartimentos com respectivos períodos de monitorizações.

Para os compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Sul, SSE, SSO), a média das temperaturas mínimas estiveram próximas dos 27°C, enquanto para os compartimentos com envidraçados a Este e Oeste foram de aproximadamente 26°C e para os com envidraçados a Norte foram de aproximadamente 25°C.

Verão 2008:
A média das temperaturas mínimas exteriores esteve entre aproximadamente 17ºC e 19,5ºC nos diferentes períodos de monitorizações, enquanto a média das temperaturas mínimas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação estiveram entre 23,5ºC e 28ºC (em geral a média foi de aproximadamente 25,5ºC).

Amplitude Térmica

Verão 2007:
A amplitude térmica exterior esteve entre 15°C e 25°C nos diferentes períodos de monitorizações. A maior amplitude térmica foi obtida na habitação 1 (aproximadamente 23°C), enquanto a menor amplitude térmica foi obtida na habitação 4 (aproximadamente 10°C).

As maiores amplitudes térmicas interiores foram obtidas nos compartimentos que mantiveram as janelas abertas durante boa parte do tempo, como: todos os compartimentos da habitação 5 (Este), compartimento sala da habitação 8 (Oeste) e o compartimento quarto da habitação 4. De modo geral a amplitude térmica interior para a maior parte dos compartimentos foi de aproximadamente 5ºC.

Entre os diferentes compartimentos da habitação 1, sala com envidraçados orientados a Sul+E (envidraçados com 58% da área de pavimento e 95% da fachada a Sul) e quarto com envidraçados orientados praticamente a Norte (envidraçados com 18% da área de pavimento e 35% da fachada a Norte), é possível perceber a diferença de amplitude térmica entre os mesmos. Enquanto a sala apresentou amplitude térmica de aproximadamente 7,5°C o quarto apresentou uma amplitude de 4,7°C. A amplitude térmica na sala poderia ter sido ainda maior se o ar condicionado não fosse accionado nos dias mais quentes do período monitorizado.

A maior parte dos compartimentos das habitações 7, 8, 9, 10 e 11 apresentaram valores baixos de amplitude térmica, em média 3,5°C. Estas habitações pertencem a um conjunto de edifícios que dispõem (para além de uma pequena pala horizontal fixa) de protecções solares exteriores, tipo estores que permitem maior flexibilidade, controlo e adaptação às condições exteriores.

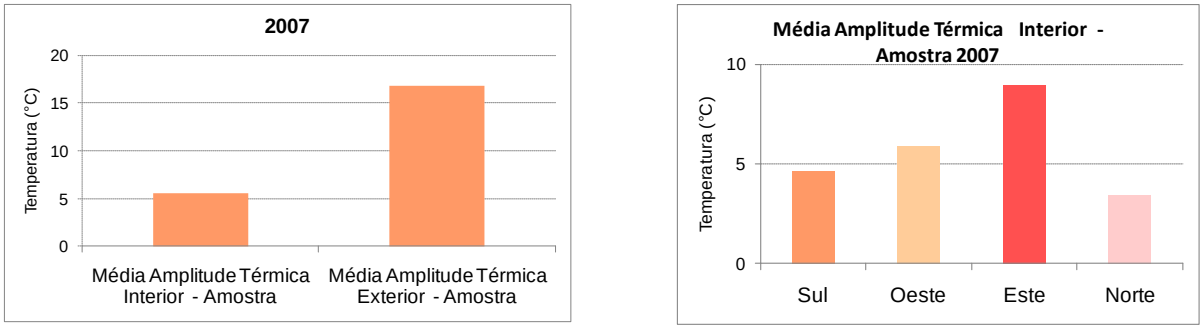


Figura 2.53: Gráficos Amplitude Térmica, Amostra Verão 2007.

Verão 2008:

A amplitude térmica exterior praticamente variou entre 12ºC e 20ºC nos diferentes períodos de monitorizações. As maiores amplitudes térmicas exteriores foram obtidas ao longo das medições efectuadas nas habitações 7, 12, 13, 14 e 15, enquanto as menores amplitudes térmicas foram obtidas durante as medições efectuadas nas habitações 3 e 22.

A amplitude térmica interior praticamente variou entre 2ºC e 11,5ºC nos diferentes períodos de monitorizações. Foram as habitações com compartimentos principalmente orientados a Sul (habitações 3, 14, 18) que apresentaram as menores amplitude térmica da amostra.

As maiores amplitudes térmicas foram obtidas principalmente nos compartimentos orientados a Oeste e em alguns casos a Este também, sendo os principais casos as habitações 12, 15, 19 e 22. Os compartimentos das habitações 12, 15, 19 e 22 que apresentaram grandes amplitudes térmicas (aproximadamente 8ºC a 11,5ºC) foram os que mantiveram as janelas abertas principalmente durante o período nocturno.

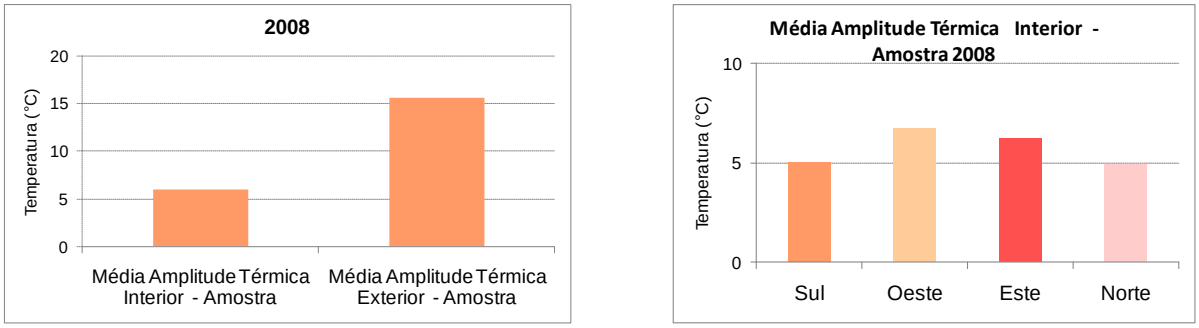


Figura 2.54: Gráficos Amplitude Térmica, Amostra Verão 2008.

2.3.5.2 Análise de Comparação das Condições Interiores entre as Unidades Amostra

Monitorizações Quadrante Sul

Compartimento	Verão	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
sala	2007	Sul+E	95% Sul, 40% E, 97% SSO	54%	H 1	27,95	27,21	24,84	18,04
sala	2007	SSE	85%	34%	H 2	29,33	26,20	27,17	17,85
quarto	2007	SSE	77%	69%	H 2	30,13	26,20	27,85	17,85
sala	2007	SSE	83%	23%	H 3	29,30	27,48	27,54	19,08
sala	2007	SSE	80%	20%	H 4	27,57	25,21	26,47	18,72
quarto	2007	SSE+O	91% SSE/ face OSO ñ tem env.	49%	H 4	29,54	25,21	26,35	18,72
quarto	2007	SSO	81%	32%	Hb9	28,21	28,43	26,64	19,35
quarto	2007	SSO	81%	32%	H 11	28,18	26,60	27,16	18,86
sala	2007	SSO+O	40% SSO/ Oeste ñ tem env.	16%	H9	27,98	28,43	26,90	19,35
sala	2007	SSO+O	40% SSO/ Oeste ñ tem env.	16%	H11	28,10	26,60	27,30	18,86
sala	2008	SSE	83%	23%	H3	27,10	23,41	25,70	16,57
sala	2008	SSW	70%	31%	H13	27,45	26,16	25,20	18,01
sala	2008	SSW	90%	60%	H14	29,50	27,54	27,09	19,34
sala	2008	SSW	90%	59%	H18	28,60	26,01	25,41	18,41

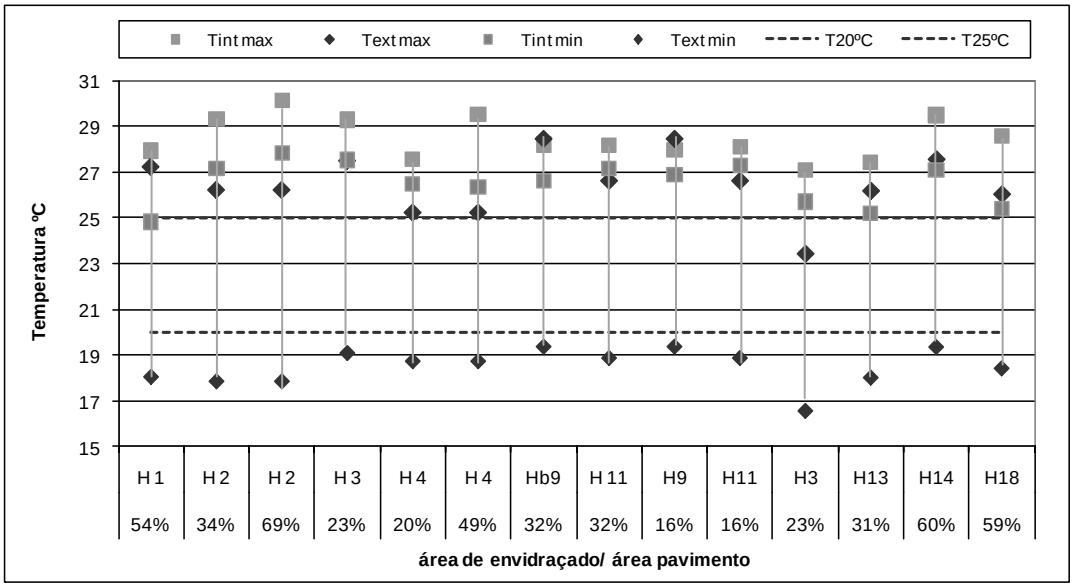


Figura 2.55: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Sul, Verão.

Foram os compartimentos a Sul das habitações H1, H3, H13, H14 e H18 a apresentarem valores referentes a média da temperatura mínima interior inferiores a média da temperatura máxima exterior; sendo que as fracções H1, H13, H14 e H18 correspondem a uma tipologia com 2 faces expostas opostas (ambas envidraçadas) e H3 situada em piso sobrelevado (apresenta o pavimento em contacto com o exterior sem radiação directa). Portanto trata-se de compartimentos que pertencem a apartamentos com características tipológicas semelhantes (com 2 faces expostas opostas, faces Sul e Norte), com um comportamento diferenciado dos demais apartamentos com uma única face exposta a Sul desta amostra. Para a maior parte destes ambientes a Sul (de H1, H13 e H18) a média das temperaturas mínimas diárias estiveram próximas dos 25°C.

Foram os compartimentos a Sul das habitações H9 e H11 a apresentaram menor amplitude térmica entre os compartimentos sob esta orientação. Estes compartimentos pertencem ao conjunto de edifícios Alcântara-Rio, edifícios da amostra que apresentam dispositivo de sombreamento exterior junto aos envidraçados do tipo estore exterior. Em H11 as janelas estiveram fechadas na maior parte do período de monitorização e em H9 os utentes recorreram ao sistema de ar-condicionado.

H2, H3, H11 e H14 apresentarem valores referentes a média da temperatura mínima superiores a 27°C; entretanto H4 e H18 apesar de não terem apresentado média das temperaturas mínimas acima dos 27°C apresentarem média da temperatura máxima superior a 29°C.

Com base no conjunto de unidades sob a orientação Sul (Figura 2.55), foi possível observar os efeitos de determinados parâmetros sob o comportamento das mesmas, sendo alguns destes evidenciados a seguir. Estes efeitos poderão ser observados também através dos gráficos presentes no Anexo 2.1 deste estudo.

Ao comparar os ambientes da unidade H2, foi o ambiente sala a apresentar um melhor comportamento térmico (menor amplitude térmica interior e valores de Tint min e max mais próximos do Text max), podendo se atribuir ao facto do ambiente sala apresentar uma área de envidraçado de 35% com relação a área de pavimento, praticamente metade do ambiente quarto.

Tanto a unidade H2 como a unidade H11 encontram-se localizados em andar intermédio, entretanto a habitação H11 mesmo tendo sido monitorizada durante um período com temperatura exterior superior a da habitação 2, o compartimento da habitação H11 acabou por apresentar um melhor comportamento térmico (menor amplitude térmica interior e valores de Tint min e max mais próximos do Text max) do que os compartimentos presentes em H2. Tanto em H2 como em H11, as janelas quase não foram abertas podendo se atribuir esta diferença de desempenho devido ao facto do ambiente H11 apresentar dispositivo de protecção exterior do tipo estore.

Com relação as unidades H2 (andar intermédio) e H3 (andar sobrelevado), as quais apresentaram valores referentes a média da temperatura mínima (Tint,min) superiores a média das máximas exterior, verifica-se que mesmo a habitação 3 tendo sido monitorizada durante um período com temperatura exterior superior a da habitação 2, o compartimento de H3 acabou por apresentar um melhor comportamento térmico (menor amplitude térmica interior e valores de Tint min e max mais próximos do Text max) que o de H2. Podendo atribuir esta diferença de comportamento devido a localização destes no edifício, sendo que H3 situa-se em piso sobrelevado (com exposição ao vento, e não exposição a radiação solar directa).

Na unidade H4, o ambiente sala da habitação 4 apresentou uma menor amplitude térmica interior comparativamente com o ambiente quarto, podendo atribuir este facto às questões relacionadas ao padrão de ocupação e de utilização decorridos na habitação durante as monitorizações, sendo o principal factor o abrir e fechar janelas em determinados períodos Dia-Noite (sala apresentou as janelas fechadas durante maior parte das monitorizações, enquanto quarto apresentou as janelas abertas no período diurno). Para além pode-se atribuir ao facto do quarto apresentar um maior factor de forma (FF) e uma maior percentagem de área de envidraçado com relação a área de pavimento.

Ambos compartimentos sala das unidades H13 e h18 apresentam a mesma tipologia, entretanto a habitação H13 localizada em piso intermédio apresenta menor exposição ao vento e a radiação, bem como menor área de envidraçado que H18. Mesmo ambos compartimentos tendo sido monitorizados durante um mesmo período (com Text max e min semelhantes) o compartimento de H13 (localizado em piso intermédio) apresentou melhor comportamento térmico que o de H18 (em piso cobertura), podendo esta diferença de desempenho ser atribuída a localização e da área de envidraçado.

Ao observar as unidades H9 (andar cobertura) e H11 (andar intermédio) de mesma tipologia, verifica-se que ambas apresentaram uma baixa amplitude térmica, os compartimentos em H9 (cobertura) apresentaram valores de Tint min e max inferiores a Text max e os compartimentos de H11 superiores a Text max. Sendo possível atribuir este efeito devido ao sistema de ar condicionado ter sido accionado em H9.

Desta forma, com base no conjunto de habitações monitorizadas sob esta orientação, foi possível observar alguns efeitos, tais como: a área de envidraçado com relação a área de pavimento, a presença ou ausência de dispositivos de protecção solar nos envidraçados, a localização da unidade no edifício, o padrão de ocupação e de utilização, o factor de forma, o emprego de sistemas de climatização.

Monitorizações Quadrante Oeste

Compartimento	Verão	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
sala	2007	ONO	81%	35%	H7	28,04	26,27	26,01	17,90
quarto	2007	ONO	81%	32%	H7	27,25	26,27	26,13	17,90
sala	2007	ONO	36%	15%	H8	28,55	27,71	25,67	18,65
quarto	2007	ONO	81%	32%	H8	29,12	27,71	26,34	18,65
sala	2008	ONO	81%	35%	H7	29,23	26,67	27,15	18,46
quarto	2008	ONO	81%	32%	H7	28,24	26,67	26,91	18,46
sala	2008	ONO	81%	35%	H12	31,37	26,67	26,15	18,46
quarto	2008	ONO	81%	32%	H12	29,23	26,67	27,34	18,46
sala	2008	ONO	87%	59%	H16	27,22	25,70	24,93	18,39
sala	2008	ONO	68%	30%	H17	29,14	25,55	24,68	17,85
quarto	2008	ONO	68%	49%	H19	29,48	24,52	24,50	17,48
quarto	2008	ONO	88%	95%	H22	28,59	24,38	25,68	17,11
sala	2008	ONO + NNE	68%	30%	H15	27,69	26,62	23,69	18,62
sala	2008	ONO + NNE	68%	32%	H19	27,18	24,52	23,76	17,48
sala	2008	ONO + NNE	88%	62%	H22	29,07	24,38	24,22	17,11

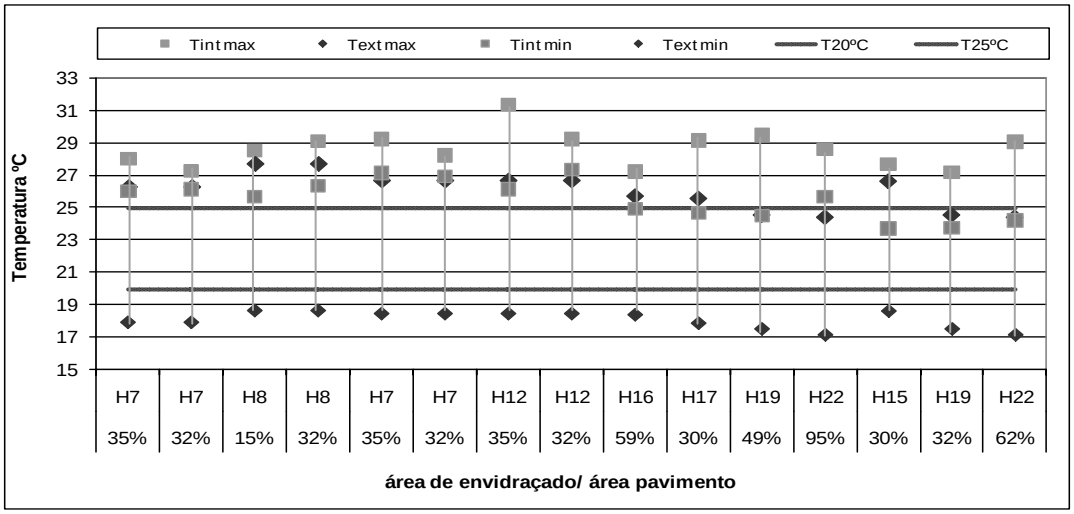


Figura 2.56: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Oeste, Verão.

Na maior parte dos compartimentos orientados a Oeste a média das temperaturas mínimas diárias (Tmin,int) estiveram próximas ou inferiores a média das temperaturas máximas exteriores (Tmax,ext), entretanto para boa parte destes a temperatura Tmax,int foi superior a 29°C sendo também observado grandes amplitudes térmicas no conjunto.

Foram os compartimentos de H12 a apresentarem maior amplitude térmica com média da temperatura máxima (Tmax,int) superior a 31°C. Tratam-se de compartimentos de uma fracção localizada em piso de cobertura e sem qualquer dispositivo de protecção solar (sem estore, sem elementos de sombreamento no edifício), sem sistema de ar condicionado, e janelas abertas em todo o período de medição, principalmente durante o Dia nas horas com maior incidência da radiação solar e por vezes no período nocturno (o que explica valores de Tmin,int e de amplitude térmica).

Os compartimentos que pertencem as fracções de tipologia com uma única face exposta envidraçada (sem promoção de ventilação cruzada entre faces opostas) foram os que apresentaram as maiores amplitudes térmicas do conjunto (H12, H19 e H22 – sem qualquer tipo de dispositivo de protecção solar exterior). Os compartimentos da habitação H8 diferentemente dos de H12, apresentam menor área de envidraçado e dispositivo de protecção exterior (estore), o que permitiu um maior controlo das condições exteriores (estores para baixo durante o Dia).

Nos compartimentos da habitação7 (H7) nota-se o efeito do estore (esteve sempre para baixo) Tmax,int próximo dos 29°C. Em H15 os valores de Tmax,int e Tmax,ext foram próximos dos 28°C (ventilação cruzada constantemente); enquanto Tmin,int foi próximo dos 23°C. Em H16 (mesma tipologia de H15) apresentou

Tmax,int próximo dos 27°C (unidade com vidros diferenciados – película adicionada posteriormente pelos utentes aos vidros originais).

Através deste conjunto de unidades orientadas a Oeste (Figura 2.56), pôde-se observar os efeitos de determinados parâmetros sob o comportamento das mesmas, sendo alguns destes evidenciados a seguir.

Na habitação H8, verifica-se que o ambiente sala apresentou um melhor comportamento térmico comparativamente com o ambiente quarto desta mesma unidade (mesmo período de monitorização, mesmas soluções construtivas, e os estores estiveram para baixo em ambos compartimentos até as 16h). Desta forma verifica-se o efeito da relação entre a área de envidraçado e a área de pavimento (em cada compartimento), sendo que o ambiente sala apresenta uma área de envidraçado inferior ao do quarto (praticamente metade).

Os ambientes sala das unidades H8 e H12 apresentam uma mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma orientação e situam-se em cobertura. A habitação H8 apresentou melhores resultados que H12, sendo que a área de envidraçado em H8 corresponde a praticamente metade de H12. Para além da diferença entre áreas de envidraçado, H8 apresenta dispositivos de protecção exterior do tipo estore, os quais permitem um maior controlo sobre o grau de sombreamento desejado sobre os envidraçados, enquanto o ambiente sala de H12 não possui qualquer tipo de dispositivo similar. Desta forma verifica-se a influência da área de envidraçado com relação a área de pavimento, assim como o efeito do dispositivo de protecção exterior.

Os ambientes quarto das unidades H8 e H12 apresentam mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma área de envidraçado (Aen/Apav), mesma orientação e situam-se em piso cobertura. Nos mesmos ambientes os estores estiveram para baixo entre 00h e as 10h, período nocturno (este procedimento ocorreu com certa frequência, pois tratam-se de ambientes do tipo quarto) e recolhidos ao longo do Dia em ambas habitações (entre as 10h-15h e 19h-24h em H8, enquanto em H12 das 9h-17h). O facto de os estores terem estado para baixo entre as 15h e 19h e recolhidos entre as 19h-24h em H8, isto permitiu o sombreamento dos envidraçados no período de maior incidência da radiação (trata-se de uma habitação orientada a Oeste), bem como contribuíram para uma melhor dissipação do calor no fim do Dia, sendo também presente a influência da ventilação natural no período nocturno em H8. Desta forma o ambiente em questão da habitação H8 apresentou melhores resultados que o de H12.

Os ambientes quarto e sala da unidade habitacional H12, apresentam: mesma solução construtiva, mesma orientação, mesma localização e áreas de envidraçados com relação a área de pavimento da mesma ordem de grandeza. O ambiente sala não apresenta dispositivos de protecção exterior (estore), de forma a explicar o porque apresentou média da temperatura máxima superior ao do ambiente quarto (mesmo período de medição). Entretanto a média da temperatura mínima na sala foi inferior a do quarto; pois as janelas da sala estiveram abertas praticamente durante todo período de monitorização (maior amplitude térmica). Portanto verifica-se o efeito da ventilação nocturna no ambiente sala e o efeito do dispositivo de protecção solar do tipo estore exterior no ambiente quarto.

As unidades H7 e H12 de mesma tipologia apresentam: mesma solução construtiva, mesma orientação, localizações distintas, áreas de envidraçados com relação a área de pavimento da mesma ordem de grandeza. Entre estas, verifica-se uma maior amplitude térmica nos ambientes de H12 do que nos ambientes de H7. O ambiente sala de H12 (sem qualquer dispositivo) apresentou média da temperatura máxima superior à sala de H7 (com dispositivo de protecção exterior do tipo estore). Verificando assim o efeito do dispositivo de protecção exterior e da localização no edifício. Com relação aos ambientes quarto destas unidades (ambos com dispositivo de protecção junto ao envidraçado – tipo estore exterior) constata-se uma diferença de Tmax, int entre estes, sendo que H7 localizado em andar intermédio apresentou melhores resultados que o ambiente de H12 (localizado em piso cobertura). Entretanto obteve-se valores aproximados de Tmin,int para ambos ambientes quarto, isto deve-se a estes terem apresentado um padrão de utilização muito semelhante, com estores para baixo e janela fechada no período nocturno.

Os ambientes sala de H16 e de H17 apresentam mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma orientação, não apresentam qualquer dispositivo de protecção solar junto ao envidraçado; entretanto localizam-se em andares distintos (H16 na cobertura e H17 em andar intermédio) com área de envidraçados diferentes (H16 com área de envidraçado correspondendo a 60% da área de pavimento, enquanto em H17 o envidraçado corresponde a 30% do pavimento).

Mesmo a sala da habitação H16 (em andar de cobertura) com praticamente o dobro do envidraçado da sala de H17 (em andar intermédio) apresentou melhor comportamento térmico que este último. Isto se deve ao facto dos envidraçados em H17 serem constituídos por vidros duplos incolores; enquanto os de H16 são constituídos por vidros duplos especiais com adição de uma película introduzida pelos utentes (proporcionando melhor desempenho térmico nesta desta unidade ao longo desta estação do ano). Desta forma, sendo possível verificar a influência do tipo de vidro adoptado nos vãos envidraçados.

As unidades H19 e H22 apresentam mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma orientação; entretanto localizam-se em andares distintos (H22 na cobertura e H19 em andar intermédio) com área de envidraçados diferentes. Os ambientes sala estiveram com as janelas abertas ao longo das medições, sendo que H22 para além de estar localizado na cobertura também apresenta praticamente o dobro da área de envidraçado de H19 (área de envidraçado com relação a área de pavimento); assim verifica-se o efeito da localização (factor de forma) e da área de envidraçado. Com relação as condições obtidas nos ambientes quarto, nota-se que em H19 (andar intermédio) obteve-se uma maior amplitude térmica do que o ambiente quarto de H22 (andar cobertura e com uma maior área de envidraçado do que em H19); sendo que no ambiente quarto de H19 a janela esteve constantemente aberta, portanto ao longo do Dia este ambiente apresentou temperaturas superiores ao ambiente quarto de H22 enquanto durante a Noite apresentou temperaturas inferiores. Verifica-se a influência da ventilação natural (nesta estação) ao longo do Dia e da Noite.

Na unidade H22, também pode-se verificar comportamentos diferenciados entre os compartimentos sala e quarto; sendo que no período nocturno os valores de temperatura no ambiente quarto (com dispositivo activado) foram superiores aos do ambiente sala (janela aberta e sem dispositivo), entretanto ao longo do período diurno apresentou temperaturas inferiores ao ambiente sala (sem dispositivo de protecção e janela aberta sempre). Desta forma, verifica-se o efeito da presença de dispositivos de protecção interior do tipo portada (quarto); bem como o efeito da ventilação natural constante (sala).

Desta forma, com base no conjunto de habitações monitorizadas sob esta orientação, foi possível observar alguns efeitos, tais como: a área de envidraçado com relação a área de pavimento, a presença ou ausência de dispositivos de protecção solar nos envidraçados, a localização da unidade no edifício, ventilação natural, ventilação nocturna, o padrão de ocupação e de utilização, o tipo de vidro, o factor de forma. Estes efeitos poderão ser observados também através dos gráficos presentes no Anexo 2.1 deste estudo.

Monitorizações Quadrante Este

Compartimento	Verão	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
quarto	2008	ESE	35%	19%	H20	29,15	25,19	27,59	17,57
sala	2007	ENE	82%	22%	H6	28,45	24,92	26,33	16,96
sala	2008	ESE	68%	32%	H20	30,14	25,19	27,74	17,57
sala	2007	ENE	84%	34%	H5	29,58	26,71	26,61	18,28
quarto	2008	ESE	68%	40%	H15	27,65	26,62	25,27	18,62
quarto	2008	ESE	68%	40%	H17	27,39	25,55	25,33	17,85
quarto1	2007	ENE	90%	46%	H5	29,34	26,71	24,48	18,28
sala	2008	ESE	88%	62%	H21	30,31	24,61	26,57	17,47
quarto2	2007	ENE	77%	68%	H5	29,61	26,71	25,34	18,28
quarto	2008	ESE	87%	78%	H16	28,08	25,70	25,62	18,39
quarto	2008	ESE	87%	92%	H21	31,16	24,61	27,10	17,47

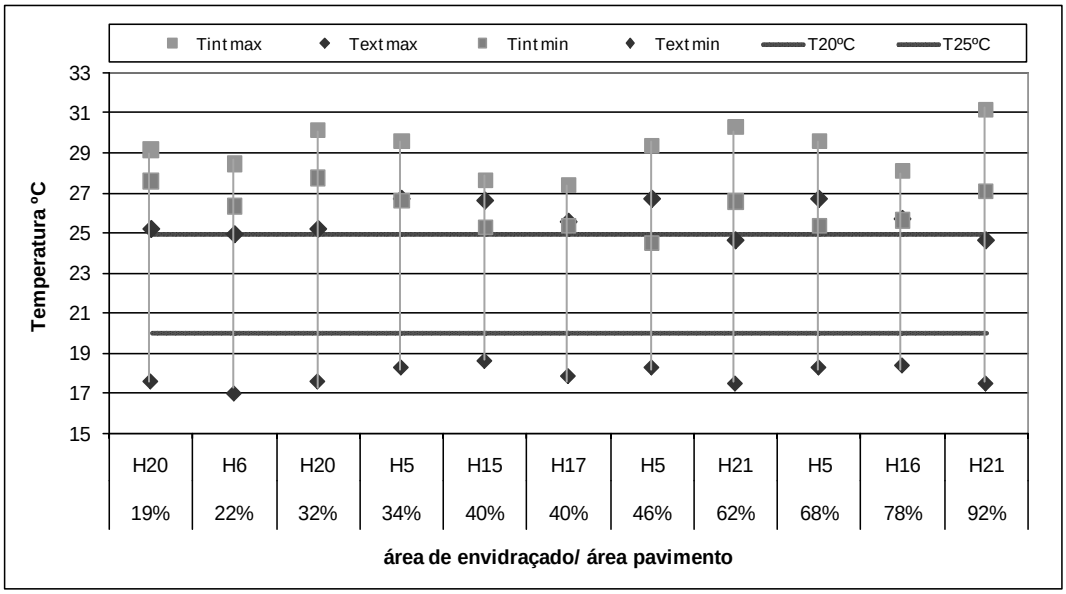


Figura 2.57: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Este, Verão.

Com excepção dos compartimentos a Este das habitações H5 e H15, os demais compartimentos sob a mesma orientação apresentaram valores de Tmin,int (média das temperaturas mínimas diárias) superiores a Tmax,ext (média das temperaturas máximas diárias).

Nos compartimentos das habitações H5 e H15, houve uma maior promoção da ventilação natural nocturna; o que justifica os valores de Tmin,int encontrados (valores mais baixo comparativamente com os demais compartimentos do conjunto).

Os compartimentos pertencentes as unidades de tipologias com duas faces opostas expostas (habitações H15, H16 e H17) apresentaram valores de temperatura interior (tanto de Tmax,int como Tmin,int) inferiores àqueles de tipologia com uma face exposta (H20 e H21).

O caso mais crítico deste conjunto (compartimentos da amostra orientados a Este) corresponde ao compartimento da habitação H21, com Tmax,int (média das temperaturas máximas diárias – interior compartimento durante período monitorizações) superior a 31°C.

Através deste conjunto de unidades sob a orientação Oeste (Figura 2.57), foi possível observar efeitos de determinados parâmetros sob o comportamento das mesmas, sendo alguns destes evidenciados a seguir. Estes efeitos poderão ser observados também através dos gráficos presentes no Anexo 2.1 deste estudo.

Ao comparar as unidades H15 e H17, verifica-se que o ambiente de H15 apresentou um melhor comportamento térmico comparativamente com o ambiente quarto de H17 (período de monitorização semelhantes, mesmas soluções construtivas); podendo verificar a influência da ventilação cruzada e da ventilação nocturna nas condições interiores de temperatura em H15.

Mesmo o compartimento quarto de H16 estando situado em andar cobertura e apresentando uma área de envidraçado superior à de H17 (envidraçado de H16 praticamente o dobro de H17), estes apresentaram desempenhos semelhantes, podendo assim verificar o efeito do tipo de vidro, pois em H17 os envidraçados são compostos por vidro duplo incolor enquanto em H16 são compostos por vidros que limitam a entrada de radiação. Obs: Tanto H16 como H17 apresentam uma camada de isolamento térmico de 2cm adicionada pelos próprios moradores na face mais exterior das portadas.

Na unidade H20, nota-se uma menor amplitude térmica no ambiente quarto comparativamente com o ambiente sala (apresenta somente uma cortina interior leve), sendo a temperatura amenizada ao longo do dia no ambiente quarto devido a presença de portadas interiores no envidraçado do mesmo. O ambiente sala com maior área de envidraçado apresenta valores de temperatura interior superior ao ambiente quarto, sendo assim possível verificar também a influência da área de envidraçado.

Na unidade H21, verifica-se que ambos os ambientes apresentaram valores de temperatura interior superiores a média da temperatura máxima exterior. Na maior parte do tempo as janelas e portadas (no quarto) estiveram fechadas, de forma a verificar que esta unidade em questão apresentou uma certa dificuldade em dissipar o calor presente no interior da mesma.

Ao comparar a unidade H20 e H21, verifica-se que os ambientes de H20 apresentaram um melhor comportamento térmico que os ambientes de H21 (período de monitorização semelhantes, mesmas soluções construtivas); podendo verificar a influência da localização no edifício e da área de envidraçado. Pode-se também verificar o efeito do tipo de vidro, pois em H20 os envidraçados são compostos por vidro duplo incolor enquanto em H21 são compostos por vidros que limitam a entrada de radiação.

Desta forma, com base no conjunto de habitações monitorizadas sob esta orientação, foi possível observar alguns efeitos, tais como: a área de envidraçado com relação a área de pavimento, a presença ou ausência de dispositivos de protecção solar nos envidraçados, da ventilação cruzada, ventilação nocturna, e tipo de vidro.

Monitorizações Quadrante Norte

Compartimento	Verão	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
quarto	2007	NNE	34% N	18%	H1	26,07	27,21	24,94	18,04
sala	2007	NNE	81%	33%	H10	26,57	27,31	25,27	19,33
quarto	2007	NNE+ESSE	81% NNE (face ESE não tem	32%	H10	26,27	27,31	25,41	19,33
quarto	2008	NNE	35%	20%	H13	25,43	26,16	23,94	18,01
quarto	2008	NNE	35%	20%	H14	27,86	27,54	26,73	19,34
quarto	2008	NNE	35%	20%	H18	26,22	26,01	24,85	18,41

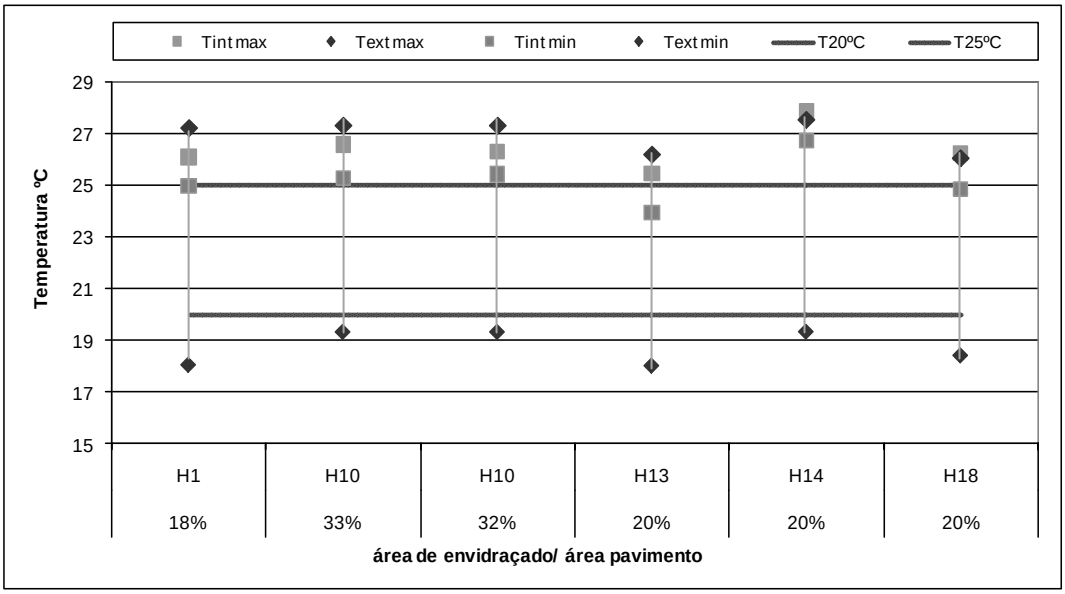


Figura 2.58: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Norte, Verão.

Praticamente todos os compartimentos com esta orientação (principalmente os localizados em andar intermédio) apresentaram valores de temperatura interior (tanto de Tmax,int como de Tmin,int) inferiores a Tmax,ext (média das temperaturas máximas diárias – exterior)

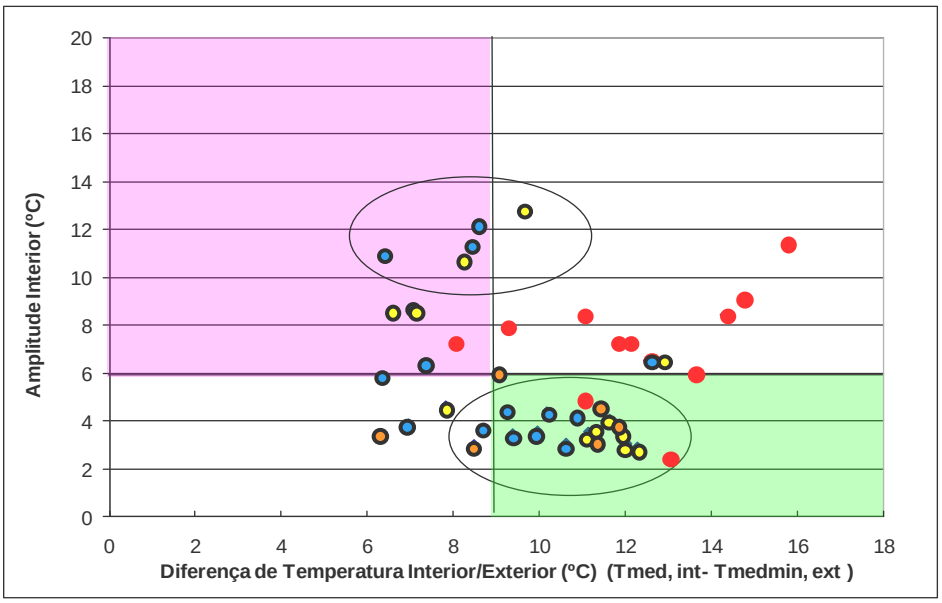
Os compartimentos localizados em andar cobertura (habitações H14 e H18), apresentaram valores de Tmax,int próximos ou superiores a Tmax,ext.

Os valores de Tmax,int (média das temperaturas máximas diárias – interior) para a maior parte dos compartimentos monitorizados com orientação Norte, foram próximos ou inferiores a 27°C. Com relação as amplitudes térmicas observadas nos compartimentos deste conjunto, estas não foram superiores a 2°C.

Todos os ambientes (quarto de H13, H18 e H14) apresentam mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma orientação, mesma área de envidraçado e dispositivo de protecção do tipo portada interior; entretanto estão localizados em andares distintos (H18 e H14 na cobertura e H13 em andar intermédio), de forma a ter sido o ambiente da unidade H13 (andar intermédio) a apresentar melhor comportamento térmico comparativamente com os demais situados em andar de cobertura. Desta forma verifica-se o efeito da localização da unidade no edifício.

2.3.6 Análise Monitorizações - Inverno

De modo a poder comparar o desempenho térmico das habitações presentes na amostra tendo em conta que as diferentes medições decorreram em períodos distintos; dois parâmetros foram calculados e relacionados ver Figura 2.59, a qual relaciona a diferença de temperatura entre o valor médio das mínimas registadas na Estação Meteorológica LNEG (Campus Lumiar) de cada período de medição e a temperatura média no interior (no eixo x); com a amplitude térmica média no interior de cada uma das fracções (no eixo Y). O melhor desempenho térmico no Inverno corresponde aos compartimentos que apresentarem maior diferença entre Tinterior e Texterior, assim como uma baixa amplitude térmica interior. Desta forma, a partir da figura a seguir verifica-se de forma geral o desempenho térmico das diferentes fracções e compartimentos; na zona rosa da Figura 2.59 encontram-se as soluções mais críticas e na zona verde as menos críticas.



Coparti-mentos a Sul	T medint - Text medmin	Amplitude Térmica
H1 s	14,30	8,42
H2 s	14,71	9,02
H2 q	15,73	11,32
H3 s07	11,06	4,77
H4 s	13,02	2,27
H4 q	13,60	5,99
H9 q	12,06	7,20
H11 q	12,63	6,48
H9 s	11,91	7,19
H11 s	12,73	6,41
H13 s	11,03	8,43
H14 s	8,03	7,20
H18 s	9,22	7,83

Coparti-mentos a Oeste	T medint - Text medmin	Amplitude Térmica
H7 s07	9,95	3,59
H7 q07	10,61	3,08
H8 s	8,72	3,70
H8 q	9,30	4,40
H7 s08	9,37	3,48
H7 q08	10,17	4,39
H12 s	10,87	4,22
H12 q	11,65	4,05
H16 s	6,36	5,79
H17 s	6,35	10,89
H19 q	8,54	12,02
H22 q	8,44	11,20
H23 q	6,95	3,88
H15 s	7,08	8,61
H19 s	7,39	6,41
H22 s	12,52	6,51

Coparti-mentos a Este	T medint - Text medmin	Amplitude Térmica
H5 s	12,04	3,04
H5 q1	11,62	4,08
H5 q2	11,32	3,62
H6	11,13	3,54
H15 q	8,23	10,54
H16 q	6,52	8,47
H17 q	7,81	4,64
H20 s	12,84	6,47
H20 q	11,92	3,43
H21 s	9,69	12,73
H21 q	7,08	8,53
Hab 23	12,27	2,92

Coparti-mentos a Norte	T medint - Text medmin	Amplitude Térmica
H1 q	11,47	4,61
H10 s	11,81	3,80
H10 q	11,33	3,23
H13 q	9,04	5,95
H14 q	6,27	3,48
H18 q	8,47	3,02

Figura 2.59: Desempenho Amostra Monitorizações Inverno.

A partir deste gráfico constata-se que boa parte dos compartimentos monitorizados (sob as diversas orientações) apresentam amplitudes térmicas interiores superiores a 4°C, estes respondem rapidamente as condições exteriores.

Entretanto verifica-se que os compartimentos da amostra apresentaram valores de Tmed,int –Tmedmin,ext superiores a 6°C (entre 6°C e 16°C) ; o que significa que estes compartimentos apresentam a média da temperatura interior superior a média da temperatura mínima exterior em alguns graus (quanto maior esta diferença melhor o comportamento das fracções em questão). Foram os compartimentos orientados a Sul e parte

dos orientados a Este a obterem uma maior diferença entre a temperatura interior e exterior (Tinterior - Texterior), uma diferença de mais de 10°C.

Com relação aos melhores resultados da amostra (zona verde do gráfico – compartimentos com melhor desempenho térmico) verificam-se compartimentos nas diversas orientações, com amplitudes térmicas inferiores a 6°C e valores de Tmed,int-Tmedmin,ext superiores a 8°C. Entretanto com relação aos piores resultados de desempenho térmico (zona cor-de-rosa do gráfico) também verifica-se compartimentos nas diversas orientações, mas principalmente os correspondentes a compartimentos orientados a Este e a Oeste (parte destes apresentaram amplitudes térmicas acima dos 8°C). Desta forma, apesar de se ter verificado compartimentos nas diversas orientações com um comportamento térmico satisfatório; também verificou-se o contrário, bem como a utilização de sistemas de aquecimento na maior parte dos compartimentos da amostra (pontualmente ou constantemente), constatando-se assim a necessidade de se ter maiores cuidados e atenções a edifícios com tais características.

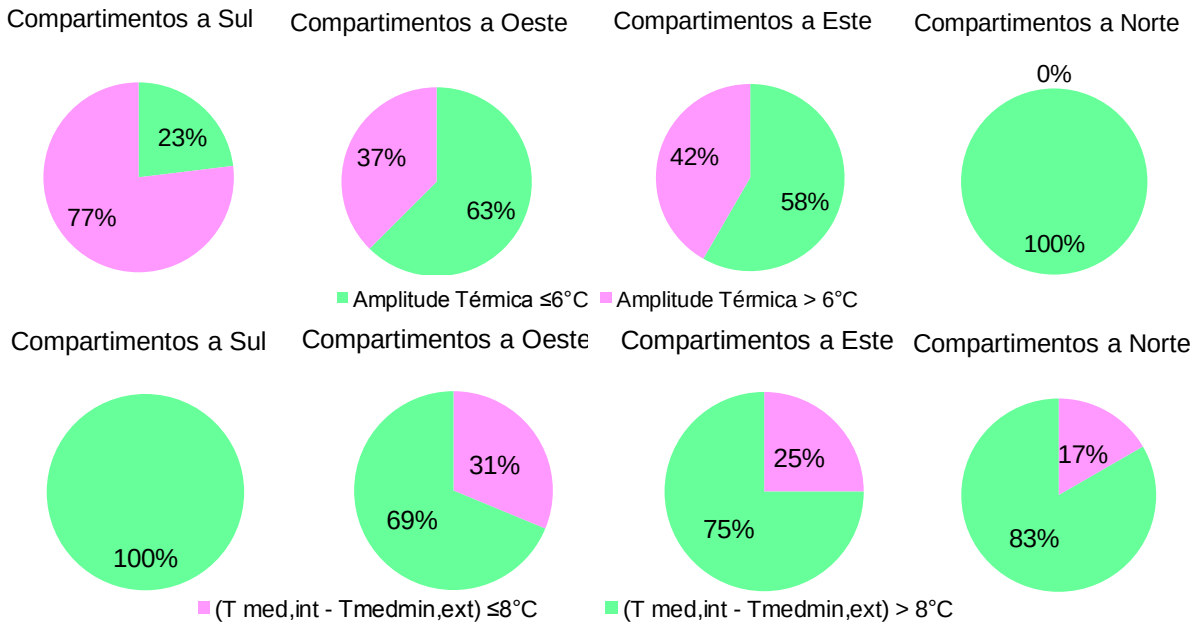


Figura 2.60: Resumo Desempenho Compartimentos da Amostra por Orientação, Monitorizações Inverno.

Cerca de 45% dos compartimentos da amostra apresentaram uma amplitude térmica superior a 6°C, e cerca de 20% dos compartimentos da amostra apresentaram uma diferença inferior a 8°C entre a temperatura interior e a temperatura exterior.

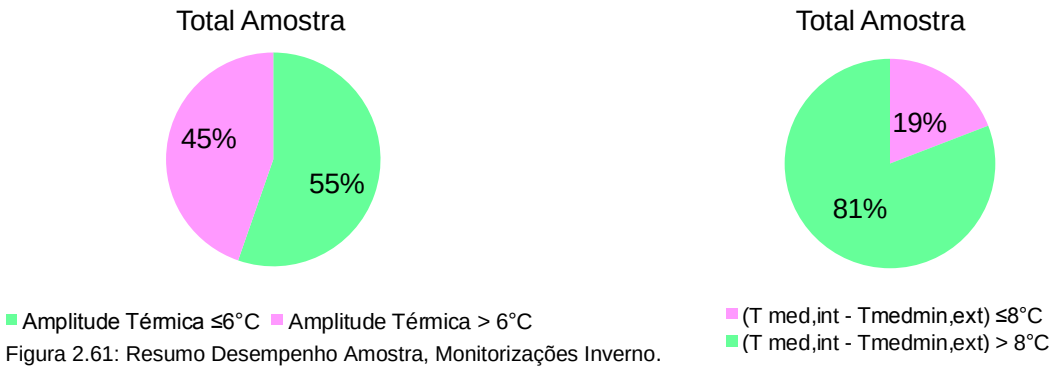


Figura 2.61: Resumo Desempenho Amostra, Monitorizações Inverno.

A partir do conjunto de gráficos apresentados nesta secção, verifica-se a ocorrência de compartimentos nas diversas orientações não só na zona rosa (zona crítica – compartimentos com pior desempenho térmico) como também na zona verde (compartimentos com melhor desempenho térmico). O que permite dar indicações de que é possível tanto obter um bom ou mal desempenho térmico em edifícios com grandes áreas de envidraçados nesta estação do ano; bem como o importante papel do arquitecto no que tange as decisões tomadas em projecto face as implicações directas no comportamento térmico dos edifícios (principalmente em edifícios com tais características).

2.3.6.1 Análise Amplitude Térmica e Média das Temperaturas – Inverno

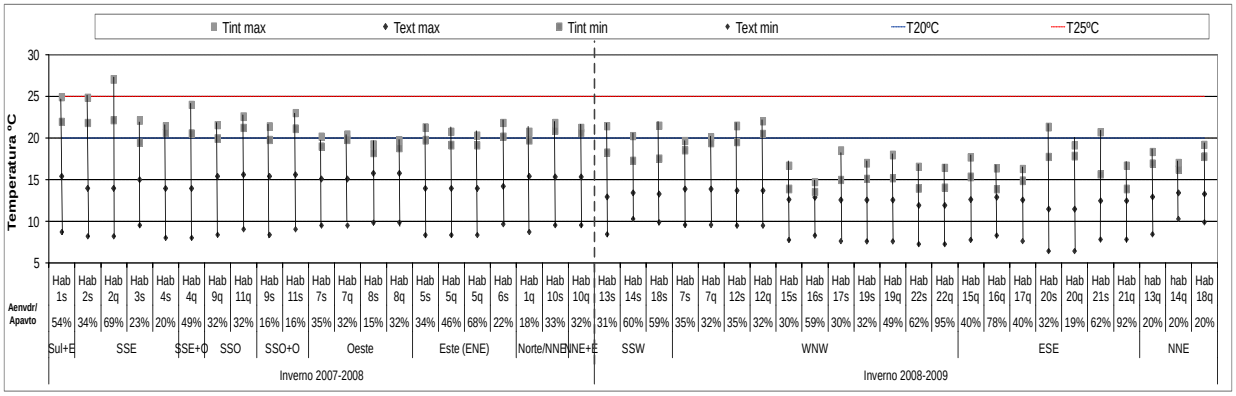
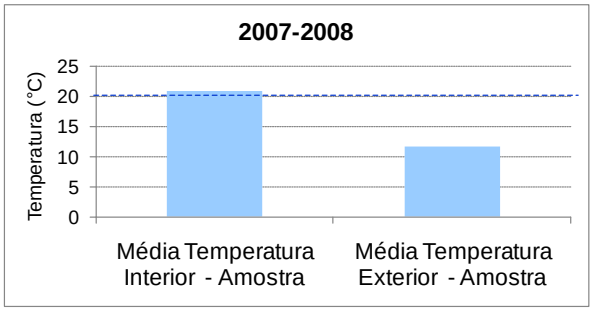


Figura 2.62: Gráfico Amplitude Térmica e Médias das Temperaturas, Amostra Monitorizações Inverno.

<u>Média das Temperaturas (Média das Médias Diárias)</u>

Inverno 2007-2008:
A média das temperaturas (média das médias diárias) exteriores esteve próxima dos 11,5°C nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2007-2008, enquanto a média das temperaturas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação foi de aproximadamente 21°C.

Para os compartimentos estudados com envidraçados praticamente a Sul (Sul, SSE, SSO), a média das temperaturas foi de aproximadamente 22°C, enquanto para os compartimentos com envidraçados a Este e a Oeste a média da temperatura foi de aproximadamente 19,8°C.



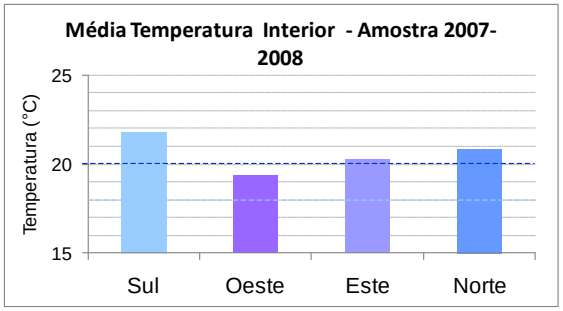
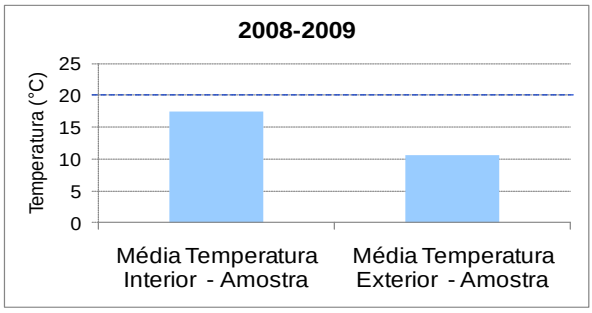


Figura 2.63: Gráficos Média das Temperaturas, Amostra Inverno 2007-2008.

Inverno 2008-2009:
A média das temperaturas exteriores esteve entre aproximadamente 11,5°C nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2008-2009, enquanto a média das temperaturas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação variaram entre aproximadamente 14°C e 21°C (em geral a média foi de aproximadamente 17°C).

Para os compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Hab. 13, 14 e 18), a média das temperaturas foi de aproximadamente 19°C. Para os compartimentos orientados a Norte (Hab. 13, 14 e 18) a média das temperaturas esteve entre 16,5°C e 18°C (17°C em média).

A maior parte das unidades e compartimentos com faces expostas a Este e a Oeste apresentaram média das temperaturas próximas dos 15°C. Entretanto, os compartimentos das habitações 7 e 12 (orientadas a Oeste) apresentaram média das temperaturas próximas dos 20°C, sendo que estes possuem sistema de aquecimento centralizado e dispositivos de controlo exterior do tipo estore.



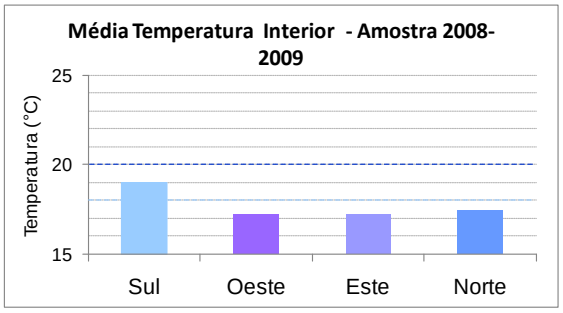


Figura 2.64: Gráficos Média das Temperaturas, Amostra Inverno 2008-2009.

Média das Temperaturas Máximas

Inverno 2007-2008:
A média das temperaturas máximas exteriores esteve próxima dos 15°C nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2007-2008.

Para os compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Sul, SSE, SSO), a média das temperaturas máximas foi de aproximadamente 23°C. Sendo que, para a habitação Hab1 a média da temperatura máxima foi de aproximadamente 25°C e para Hab2 foi de 25°C e 27°C. Tendência a situações de sobreaquecimento (temperaturas superiores a 25°C na estação fria)

Algumas das habitações apresentaram média da temperatura máxima abaixo ou muito próximo dos 20°C, foram principalmente os compartimentos com envidraçados orientados a Oeste. Alguns compartimentos com envidraçados a Este e a Norte também apresentaram média da temperatura máxima próxima dos 20°C.

Inverno 2008-2009:
A média das temperaturas máximas exteriores variou entre aproximadamente 11,5°C e 14,5°C nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2008-2009, enquanto a média das temperaturas máximas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo desta estação variaram entre aproximadamente 15°C e 22°C (em geral a média foi de aproximadamente 19°C).

Para os compartimentos estudados com envidraçados orientados a Sul (Hab13, 14 e 18), a média das temperaturas máximas foi de aproximadamente 21°C. Sendo que, para os compartimentos orientados a Este, Oeste e a Norte a média da temperatura máxima foi de aproximadamente 18,5°C.

Para a maior parte dos compartimentos com envidraçados orientados a Oeste as médias das temperaturas máximas estiveram entre 15°C e 17,5°C.

Média das Temperaturas Mínimas

Inverno 2007-2008:
A média das temperaturas mínimas exteriores foi de aproximadamente 8-9°C nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2007-2008.

A maior parte dos compartimentos estudados com envidraçados orientados a Sul (Sul, SSE, SSO), apresentaram média das temperaturas mínimas superiores a 20°C, sendo que de modo geral estas apresentaram-se próximas dos 21°C. A habitação 9 (em cobertura) apresentou uma média da temperatura mínima inferior as demais habitações com envidraçados a Sul, isto devido provavelmente a esta unidade ter estado fechada (janelas fechadas e estores para baixo) durante boa parte do período de medições.

As habitações Oeste e Este apresentaram médias das temperaturas mínimas inferiores a 19°C.

Inverno 2008-2009:
A média das temperaturas mínimas exteriores esteve entre aproximadamente 6,5°C e 10,5°C (em média 8,5°C) nos diferentes períodos de monitorizações realizadas durante os meses de Inverno de 2008-2009, enquanto a média das temperaturas mínimas interiores nos diferentes compartimentos monitorizados ao longo

desta estação estiveram entre aproximadamente 13,5°C e 21°C (em geral a média foi de aproximadamente 16°C).

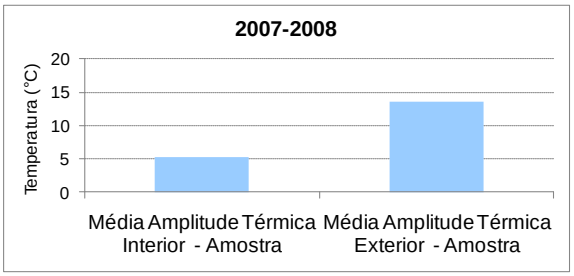
A maior parte dos compartimentos estudados com envidraçados a Sul (Hab13, 14 e 18), apresentaram média das temperaturas mínimas próximas dos 18°C. Os compartimentos orientados a Norte destas mesmas habitações apresentaram média das temperaturas mínimas próximas dos 17°C.

Para grande parte dos compartimentos orientados a Oeste (sem sistema de climatização centralizado) a média das temperaturas mínimas estiveram entre aproximadamente 13,5°C e 15°C. Somente os compartimentos (orientados a Oeste) com sistema de climatização apresentaram média das temperaturas mínimas próximas dos 19°C. Grande parte, dos compartimentos orientados a Este apresentaram média das temperaturas mínimas entre 14°C e 15,5°C.

Amplitude Térmica

Inverno 2007-2008:
A amplitude térmica exterior praticamente variou entre 13°C e 17°C nos diferentes períodos de monitorizações.

As maiores amplitudes térmicas interiores foram obtidas durante as medições efectuadas nos compartimentos com envidraçados orientados a Sul (Sul, SSE, SSO), amplitudes térmicas interior superiores a 5°C (variação entre 5°C e 11°C, em média 7°C). Somente a habitação 4 apresentou uma amplitude de 2,5°C, isto devido ao sistema de aquecimento do tipo tecto radiante instalado neste apartamento, o qual esteve programado para manter a temperatura interior a 22°C. Nos restantes compartimentos monitorizados (com envidraçados orientados a Este, Oeste e Norte), as amplitudes térmicas interiores foram entre 3°C e 4,5°C.



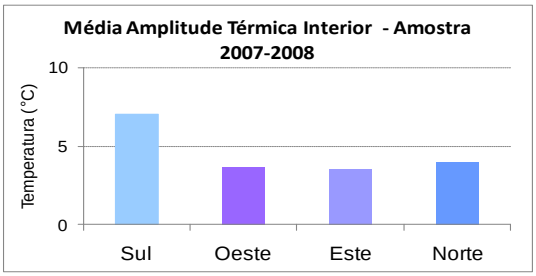
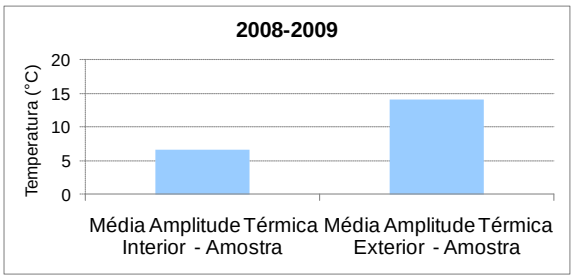


Figura 2.65: Gráficos Amplitude Térmica, Amostra Inverno 2007-2008.

Inverno 2008-2009:
A amplitude térmica exterior praticamente variou entre 9°C e 17°C nos diferentes períodos de monitorizações.

As maiores amplitudes térmicas interiores foram obtidas durante as medições efectuadas nos compartimentos com envidraçados orientados a Sul (Sul, SSE, SSO), em média 7°C; enquanto para os a Este e a Oeste estas foram em média de 6°C, e a Norte de 4°C.



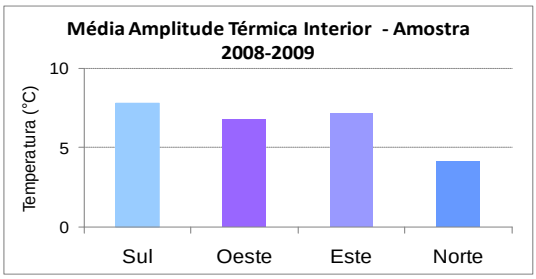


Figura 2.66 Gráficos Amplitude Térmica, Amostra Inverno 2008-2009.

Estes resultados estão associados a utilização do sistema de aquecimento por parte dos utentes, bem como pela utilização dos dispositivos de protecção (no caso de existirem). Relativamente aos sistemas de aquecimento, deve-se ter em consideração que estes quando accionados acabam por interferir nos valores obtidos de temperatura, por vezes mascarando o real desempenho térmico das unidades monitorizadas.

2.3.6.2 Análise de Comparação das Condições Interiores entre as Unidades Amostra

Monitorizações Quadrante Sul

Compartimento	Inverno	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
sala	2007-2008	Sul+E	95% Sul, 40% E, 97% SSO	54%	H 1	24,89	15,42	21,93	8,74
sala	2007-2008	SSE	85%	34%	H 2	24,84	13,98	21,80	8,23
quarto	2007-2008	SSE	77%	69%	H 2	27,03	13,98	22,12	8,23
sala	2007-2008	SSE	83%	23%	H 3	22,09	15,02	19,42	9,55
sala	2007-2008	SSE	80%	20%	H 4	21,43	13,96	20,64	8,04
quarto	2007-2008	SSE+O	91% SSE/ face OSO ñ tem env.	49%	H 4	23,99	13,96	20,52	8,04
quarto	2007-2008	SSO	81%	32%	Hb9	21,54	15,42	19,94	8,40
quarto	2007-2008	SSO	81%	32%	H 11	22,55	15,62	21,20	9,07
sala	2007-2008	SSO+O	40% SSO/ Oeste ñ tem env.	16%	H9	21,39	15,42	19,75	8,40
sala	2007-2008	SSO+O	40% SSO/ Oeste ñ tem env.	16%	H11	22,97	15,62	21,12	9,07
sala	2008-2009	SSW	70%	31%	H13	21,42	12,94	18,27	8,47
sala	2008-2009	SSW	90%	60%	H14	20,25	13,43	17,28	10,31
sala	2008-2009	SSW	90%	59%	H18	21,49	13,29	17,52	9,91

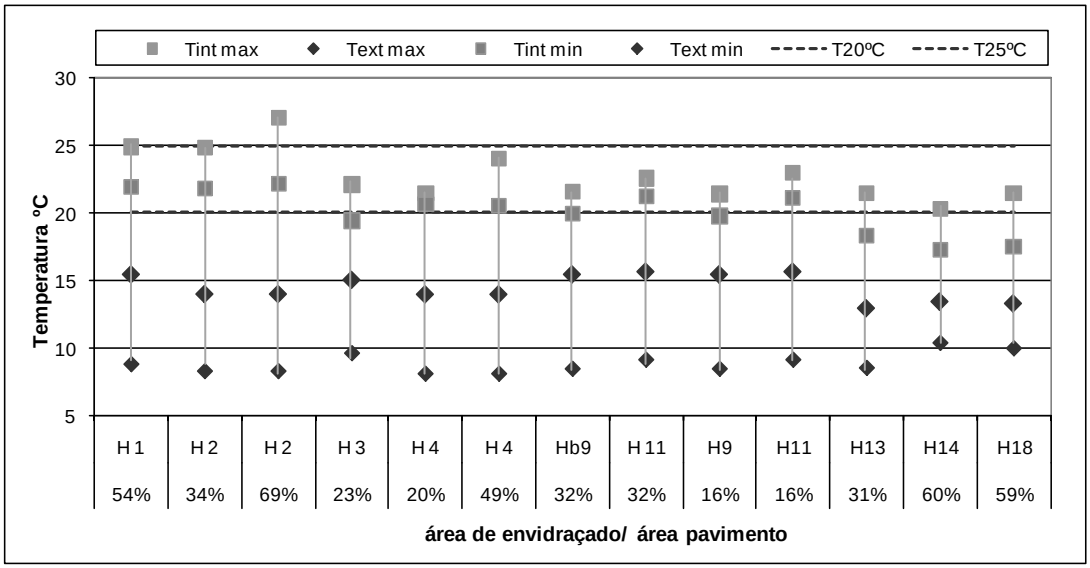


Figura 2.67: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Sul, Inverno.

Observações:

A maior parte dos ambientes presentes na Figura 2.67 apresentaram valores de média da temperatura mínima interior (Tintmin) superior a 20°C e geralmente cerca de 5 °C acima da média da temperatura máxima exterior verificada em cada medição. Com excepção dos ambientes de H9 (fechado em boa parte do período de monitorização), H3 localizado em piso sobrelevado e demais ambientes das unidades presentes no condomínio Jd. São Bartolomeu. A unidade H4 não apresentou valores de temperatura inferior a 20 °C devido a ter recorrido de forma constante ao sistema de tecto radiante.

As menores amplitudes térmicas foram obtidas nos ambientes da unidade H11, enquanto as maiores foram obtidas em H2 (não foram accionados qualquer sistema de aquecimento). Deve-se ter em conta que os ambientes de H9 estiveram com as janelas fechadas e estores activados a 100% durante a maior parte do tempo em que as monitorizações foram realizadas.

Verifica-se através dos valores Text, min, que de modo geral a média das temperaturas mínimas exteriores obtida na estação de aquecimento de 2007-2008 foram inferiores as obtidas em 2008-2009; entretanto a média das máximas foram superiores em 2007 (H13,H14 e H18).

Com base no conjunto de unidades sob a orientação Sul (Figura 2.67), foi possível observar os efeitos de determinados parâmetros sob o comportamento das mesmas, sendo alguns destes evidenciados a seguir. Estes efeitos poderão ser observados também através dos gráficos presentes no Anexo 2.1 deste estudo.

Os ambientes quarto e sala da unidade H2 apresentaram média da temperatura mínima diária interior (Tint, min) superior a média da temperatura máxima exterior (Text, max), sendo Tint min próximo dos 22°C em ambos os compartimentos. Entretanto os valores Tint, max apresentam uma diferença de aproximadamente 2,2°C, sendo esta diferença significativa e podendo ser atribuída a relação entre a área de envidraçado e a área de pavimento. O ambiente quarto apresenta praticamente o dobro de envidraçado do que o ambiente sala, isto quando comparado com a área de pavimento de ambos, de forma a se verificar no ambiente quarto, mesmo na estação de aquecimento, média da temperatura máxima de 27°C.

Os ambientes das unidades H2 e H9 (áreas de envidraçado de dimensões semelhantes e mesma orientação) localizadas em andar intermédio apresentaram Tint min superior a Text Max. Mesmo a habitação H9 tendo sido monitorizada durante um período com Text min e max superiores a da habitação H2, acabou por apresentar um comportamento térmico menos favorável que H2. Podendo atribuir isto ao facto dos compartimentos da habitação H9 apresentarem dispositivo de protecção exterior do tipo estore e estes terem estado fechado em boa parte do tempo em que as monitorizações decorreram nesta unidade. A unidade H9 apresentou uma menor amplitude térmica interior e valores de temperatura mais próximos da temperatura exterior, do que H2.

Os ambientes sala das unidades H2 e H3 (áreas de envidraçado de dimensões semelhantes, mesma orientação e solução construtiva) apresentaram Tint min superior a Text Max. Mesmo a unidade H3 tendo sido monitorizada durante um período com Text min e max superiores a da unidade H2, acabou por apresentar um comportamento térmico menos favorável que H2. O ambiente sala de H3 (piso sobrelevado – maior exposição ao vento, mas não a radiação solar directa) apresentou valores de temperatura cerca de 2,5°C inferiores aos de H2 (em piso intermédio). Desta forma sendo possível verificar o efeito da localização nos resultados obtidos entre estes ambientes.

Para todos os compartimentos sala e quarto das unidades H2 e H4, os períodos de monitorização apresentaram condições de temperatura semelhantes (valores de Text min e max semelhantes). Os compartimentos de H4 apresentaram um comportamento térmico menos favorável que os compartimentos de H2 (diferença Tint max de 3-3,5°C e 1,5°C de Tint min).Podendo atribuir este efeito também a localização de H4 em piso cobertura (maior exposição da envolvente exterior as condições exteriores). Obs: enquanto os ambientes em H4 apresentam sistema de tecto radiante, o que não permitiu verificar os valores de Tint min reais (sistema accionado para manter a temperatura acima de 20°C), em H2 os utentes não recorreram a qualquer sistema de aquecimento. No caso de H4 não apresentar um sistema de tecto radiante ter-se-ia verificado temperaturas inferiores às conseguidas ao longo das monitorizações.

As unidades H11 e H9 (mesmo período de monitorização) apresentam mesma tipologia, mesmas soluções construtivas, entretanto H9 localiza-se em piso cobertura e H11 em piso intermédio. Os compartimentos de H9 (cobertura) apresentaram um comportamento térmico menos favorável que os compartimentos de H11 (intermédio), cerca de 1-1,5°C inferiores a H11. Podendo atribuir este efeito a localização (factor de forma).

As unidades H13 e H14 (mesmo período de monitorização) apresentam mesma tipologia, mesmas soluções construtivas da envolvente opaca, entretanto apresentam diferentes tipos de vidros. A unidade H14 localiza-se em piso cobertura com uma área de envidraçado superior à de H13 (em piso intermédio). O ambiente sala de H14 (em cobertura) apresentou um comportamento térmico menos favorável que o ambiente sala de H13 (intermédio). Podendo atribuir este efeito a localização (factor de forma), a área de envidraçado e ao tipo e vidro.

Desta forma, com base no conjunto de habitações monitorizadas sob esta orientação, foi possível observar alguns efeitos, tais como: a área de envidraçado com relação a área de pavimento, de dispositivos de protecção solar nos envidraçados, a localização da unidade no edifício, tipo de vidro, o factor de forma, o emprego de sistemas de aquecimento.

Monitorizações Quadrante Oeste

Compartimento	Inverno	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
sala	2007-2008	ONO	81%	35%	H7	20,18	15,11	18,99	9,53
quarto	2007-2008	ONO	81%	32%	H7	20,40	15,11	19,80	9,53
sala	2007-2008	ONO	36%	15%	H8	19,22	15,79	18,20	9,87
quarto	2007-2008	ONO	81%	32%	H8	19,71	15,79	18,77	9,87
sala	2008-2009	ONO	81%	35%	H7	19,65	13,89	18,54	9,59
quarto	2008-2009	ONO	81%	32%	H7	20,10	13,89	19,38	9,59
sala	2008-2009	ONO	81%	35%	H12	21,44	13,70	19,50	9,51
quarto	2008-2009	ONO	81%	32%	H12	22,00	13,70	20,49	9,51
sala	2008-2009	ONO	87%	59%	H16	14,70	12,90	13,52	8,32
sala	2008-2009	ONO	68%	30%	H17	18,49	12,57	14,98	7,64
quarto	2008-2009	ONO	68%	49%	H19	17,96	12,56	15,18	7,62
quarto	2008-2009	ONO	88%	95%	H22	16,42	11,91	14,06	7,28
sala	2008-2009	ONO + NNE	68%	30%	H15	16,69	12,62	13,88	7,79
sala	2008-2009	ONO + NNE	68%	32%	H19	16,98	12,56	15,12	7,62
sala	2008-2009	ONO + NNE	88%	62%	H22	16,54	11,91	13,96	7,28

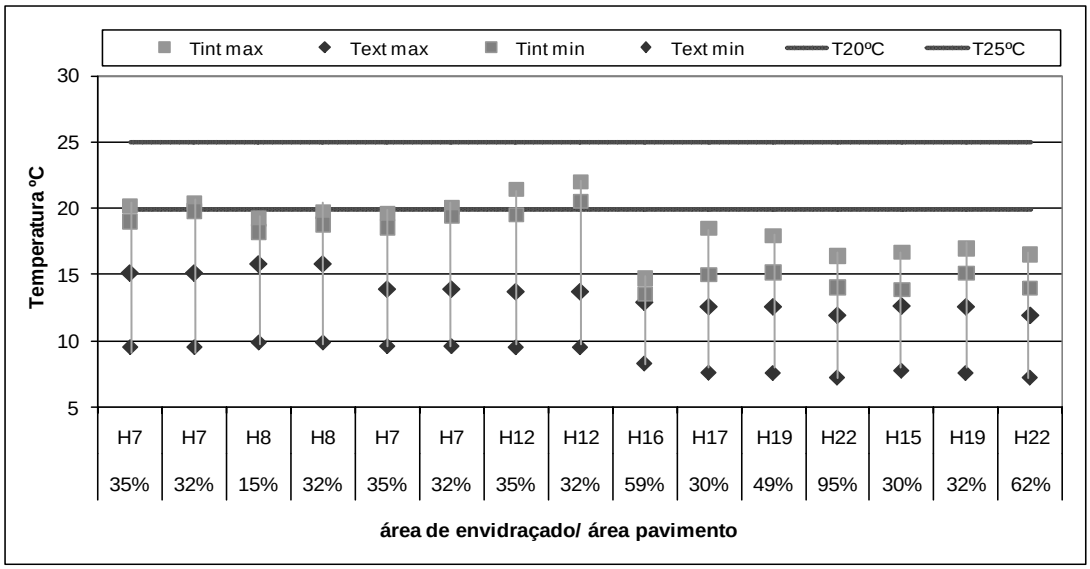


Figura 2.68: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Oeste, Inverno.

Nota-se que o conjunto de ambientes do edifício Alcântara Rio apresentaram temperatura interior entre 19 °C e 20 °C, enquanto a maior parte dos compartimentos do edifício Jd. São Bartolomeu apresentaram média das temperaturas máximas entre 17-18 °C e mínimas inferiores a 15°C.

Mesmo recorrendo de forma constante ao uso de aquecimento os compartimentos H15, H17, H19, H22 não conseguiram obter temperaturas interiores acima dos 18°C, sendo que foram os ambientes onde os utentes recorreram a utilização de sistemas de aquecimento a apresentarem maior amplitude térmica (do conjunto de ambientes orientados a Oeste).

Através deste conjunto de unidades orientadas a Oeste (Figura 2.68), pôde-se observar os efeitos de determinados parâmetros sob o comportamento das mesmas, sendo alguns destes evidenciados a seguir.

Os compartimentos quarto das unidades H7 e H8 apresentam semelhanças quanto a área de pavimento, área de envidraçado, tipologia, orientação e soluções construtivas (pertencem a um mesmo conjunto de edifícios), entretanto no ambiente quarto de H7 obteve-se temperaturas interiores próximas ou superiores a 20°C, enquanto em H8 foram inferior a 20°C. O ambiente em questão de H8 não apresenta sistema de aquecimento e localiza-se em andar cobertura; de forma a apresentar temperaturas inferiores ao mesmo ambiente quarto situado em andar intermédio. Desta forma verifica-se a influência da localização da unidade habitacional no edifício (andar intermédio ou cobertura).

Nos compartimentos sala das unidades H17 e de H16, foi accionado pontualmente o sistema de aquecimento, entretanto nota-se a influência da área de envidraçado, bem como o maior grau de exposição de H16 ao exterior (cobertura). Uma diferença na Tint max entre os dois compartimentos de aproximadamente 4°C; enquanto em H17 as temperaturas variaram praticamente entre 15°C e 19°C, em H16 Tint max e min não passaram dos 15°C.

Ao comparar os ambientes á Oeste de H12 e H8, verifica-se que em H12 o ambiente quarto apresentou temperatura interior superior a 20°C, enquanto em H8 esta manteve-se inferior a 20°C. Isto deve-se as condições exteriores (Text max H8 inferior a H12), bem como ao facto do ambiente em questão de H8 não apresentar sistema de aquecimento centralizado como em H12.

Os ambientes sala das unidades H15 e H17 apresentam semelhantes áreas de pavimento e de envidraçado, bem como mesma tipologia e soluções construtivas, entretanto apresentam factores de forma diferentes (o ambiente sala apresenta duas faces expostas e o de H17 somente uma). Desta forma, o ambiente sala da unidade H15 apresentou temperatura interior inferior às observadas no ambiente sala da unidade H17.

Independentemente de interferência do sistema de aquecimento nas temperaturas máximas obtidas nos ambientes de H19 e H22, os ambientes da unidade H19 (em andar intermédio) demonstraram melhor comportamento térmico do que os de H22 (em andar cobertura), podendo atribuir esta situação ao efeito da localização dos mesmos.

Desta forma, com base no conjunto de habitações monitorizadas sob esta orientação, foi possível observar alguns efeitos, tais como: a área de envidraçado com relação a área de pavimento, a localização da unidade no edifício, do sistema de aquecimento, o factor de forma. Estes efeitos poderão ser observados também através dos gráficos presentes no Anexo 2.1 deste estudo.

Monitorizações Quadrante Este

Compartimento	Inverno	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
sala	2007-2008	ENE	82%	22%	H6	21,79	14,22	20,18	9,68
sala	2007-2008	ENE	84%	34%	H5	21,25	13,96	19,75	8,37
quarto1	2007-2008	ENE	90%	46%	H5	20,77	13,96	19,14	8,37
quarto2	2007-2008	ENE	77%	68%	H5	20,30	13,96	19,10	8,37
quarto	2008-2009	ESE	68%	40%	H15	17,67	12,62	15,34	7,79
quarto	2008-2009	ESE	87%	78%	H16	16,37	12,90	13,84	8,32
quarto	2008-2009	ESE	68%	40%	H17	16,29	12,57	14,89	7,64
quarto	2008-2009	ESE	35%	19%	H20	19,12	11,46	17,83	6,44
sala	2008-2009	ESE	68%	32%	H20	21,31	11,46	17,72	6,44
sala	2008-2009	ESE	88%	62%	H21	20,69	12,46	15,63	7,84
quarto	2008-2009	ESE	87%	92%	H21	16,69	12,46	13,89	7,84

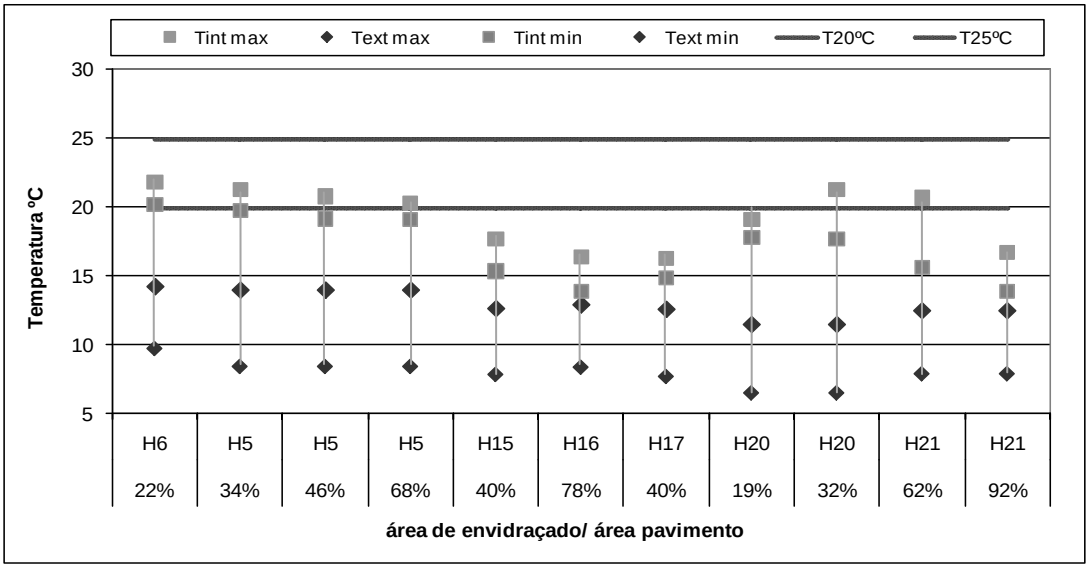


Figura 2.69: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Este, Inverno.

Verifica-se que foram os compartimentos do Edifício Pertejo a apresentarem melhor desempenho térmico, enquanto foram os ambientes das unidades H15, 16 e 17 (Jd. São Bartolomeu- Alta de Lisboa) a apresentarem um desempenho térmico menos favorável em comparação com os demais ambientes orientados a Este. Nas unidades H20 e H21 os utentes recorreram de forma constante ao uso de sistema de aquecimento.

Ao comparar os ambientes quarto das unidades H16 e H17, verifica-se que o ambiente de H16 localizado em andar de cobertura apresentou temperatura interior inferior as verificadas no ambiente semelhante a este mas situado em andar intermédio (ambiente quarto de H17), entretanto ambos mesmo contando com portadas interiores acrescidas de isolamento térmico apresentaram temperatura interior próxima dos 15 °C. Em ambos os ambientes observam-se a interferências provenientes de sistemas de aquecimento.

Na unidade H21 o ambiente sala apresentou em determinadas situações temperatura interior próximas dos 25°C, entretanto no quarto as temperaturas estiveram a volta dos 15°C (muito próximas da temperatura exterior). Esta diferença de 10°C observada deve-se na sua maior parte ao contributo do sistema de aquecimento no ambiente sala.

Na unidade H20, os utentes recorreram a introdução de calor tendo sido o sistema de aquecimento accionado principalmente no período nocturno. O ambiente sala contou com uma maior contribuição da radiação solar no (maior área de envidraçado) do que o ambiente quarto. Entretanto na sala não existe nenhum tipo de dispositivo junto o envidraçado, enquanto no quarto existem portadas interiores de madeira. Assim é evidenciado a influência da área de envidraçado (maior área envidraçado na sala que no quarto – maior área de captação); bem como a ausência de um dispositivo de retenção de calor junto ao envidraçado.

Monitorizações Quadrante Norte

Compartimento	Inverno	Orientação	Área Envidraçado/ Área Fachada em exposição Correspondente (em %)	Área Envidr total/Area pavimento (em %)	Unidade	Tint max	Text max	Tint min	Text min
quarto	2007-2008	NNE	34% N	18%	H1	20,72	15,42	19,72	8,74
sala	2007-2008	NNE	81%	33%	H10	21,81	15,35	20,87	9,57
quarto	2007-2008	NNE+E	81% NNE (face ESE não tem	32%	H10	21,18	15,35	20,64	9,57
quarto	2008-2009	NNE	35%	20%	H13	18,32	12,94	16,95	8,47
quarto	2008-2009	NNE	35%	20%	H14	17,02	13,43	16,23	10,31
quarto	2008-2009	NNE	35%	20%	H18	19,19	13,29	17,76	9,91

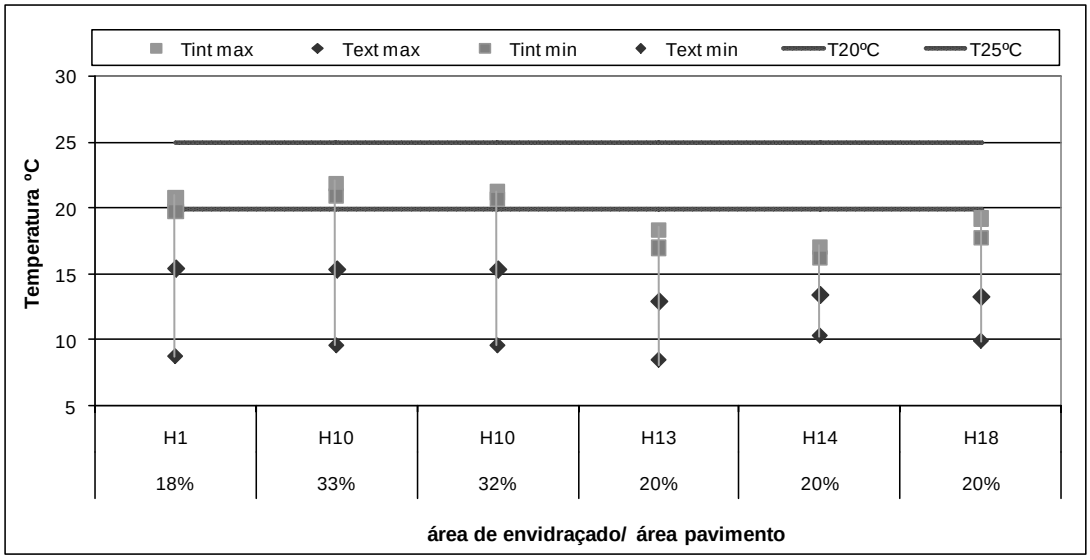


Figura 2.70: Gráfico Condições Interiores de Temperatura nas Unidades da Amostra orientadas a Norte, Inverno.

Todos ambientes referidos na Figura 2.70 pertencem a unidades com 2 faces exteriores opostas (influência de ambientes orientados a Sul) os compartimentos monitorizados durante o ano de 2007 (2007 com condições exteriores de temperatura superiores a 2008) apresentaram melhor desempenho térmico (Tint min e max superiores a 20°C).

Os ambientes das unidades situadas no Edifício Jd. São Bartolomeu não apresentaram valores de temperatura interior superiores a 19°C, sendo H14 a apresentar um desempenho térmico menos favorável do conjunto com valores de temperatura que não ultrapassaram os 17°C.

Os ambientes quarto de H13 e H14 apresentam mesma tipologia, mesma solução construtiva, mesma orientação, mesma área de envidraçado e dispositivo de protecção do tipo portada interior; entretanto estão localizados em andares distintos (H18 e H14 na cobertura e H13 em andar intermédio), de forma a ter sido o ambiente da unidade H13 (andar intermédio) a apresentar melhor comportamento térmico comparativamente com ambiente de H14 situado em andar de cobertura. Desta forma verifica-se o efeito da localização da unidade no edifício.

2.4 Conclusões Monitorizações

Conclusões Inquérito:

A partir dos inquéritos realizados junto dos utentes das unidades habitacionais da amostra, foi possível verificar que estes revelaram um alto grau de satisfação relativamente às características gerais das mesmas: dimensões das janelas (na maior parte dos casos as janelas apresentam dimensões significativas, por vezes atingindo 90% da área de fachada correspondente), distribuição dos ambientes, privacidade, e aspecto exterior do edifício (com preferência a vãos de grandes proporções).

No entanto, em termos da temperatura interior nas unidades habitacionais durante o Verão, nenhum dos inqueridos classificou seu apartamento como óptimo, e mesmo em 2/3 dos casos estas foram classificadas com condições péssimas e ruins. Quanto a ventilação natural, mais da metade foi classificada como pouco ventosa nesta estação.

Durante o Inverno, relativamente à temperatura nas unidades habitacionais, cerca de 26% dos inqueridos classificaram seus apartamentos como sendo óptimos, sendo que em somente 20% das unidades os utentes nunca recorreram a qualquer tipo de sistema de aquecimento. As opiniões negativas correspondem aos inquéritos obtidos principalmente durante as monitorizações de 2008-2009, e para os decorridos em 2007-2008 com especial incidência nas orientações a Oeste.

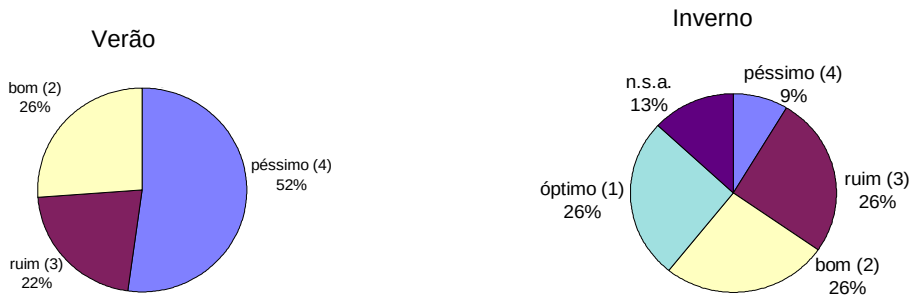


Figura 2.71: Gráficos opinião geral dos moradores quanto a temperatura interior de suas habitações no Verão e no Inverno.

Desta forma, verifica-se um real interesse e preferência por edifícios residenciais com grandes áreas de envidraçados, da mesma forma que são identificados potenciais situações de desconforto causadas pelas grandes proporções dos mesmos, com especial incidência na estação de arrefecimento.

Conclusões Monitorizações - Estação de Arrefecimento:

Durante o Verão de 2007, as temperaturas exteriores estiveram, em cerca de 20% do tempo com valores superiores a 25°C nos diferentes períodos de monitorizações, enquanto os valores da temperatura interior nas unidades orientadas a Sul, Este e Oeste apresentaram em 95% do tempo superiores a 25°C. Para as unidades orientadas a Norte o valor percentual foi de 80%. Registos de temperatura superiores a 29°C foram verificados em unidades orientadas preferencialmente a Sul e a Este, entre 15%-30% do tempo.

No Verão de 2008, as temperaturas exteriores, nos diferentes períodos de monitorizações, registaram valores acima dos 25°C em cerca de 15% do tempo, enquanto a temperatura interior apresentou-se com valores superiores a 25°C, nas unidades orientadas a Sul em 95% do tempo, a Este em 95% do tempo, a Oeste 80% do tempo e a Norte em 70%. No que respeita registos de temperatura superiores a 29 °C, estes foram verificados principalmente em unidades orientadas a Sul (em 10% do tempo) a Este (em 20% do tempo) e a Oeste (em 5% do tempo).

Nesta estação foram as unidades/ambientes orientados a Este a apresentarem maiores valores de graus dia de desconforto de arrefecimento. Entretanto relativamente aos menores valores de GDD (Verão) foram as unidades/compartimentos, como seria expectável, orientados a Norte.

Tendo em conta que, a maior parte das habitações não possuem sistema de climatização do tipo ar condicionado e, as que dispõem, praticamente não accionaram o sistema, nestas situações a ventilação natural

assume uma importância acrescida na obtenção do conforto desejado, podendo assim contribuir para ambientes mais confortáveis e sendo dependente e promovido pelos utentes.

As condições de ventilação natural estão intrinsecamente relacionadas com os resultados obtidos nas diversas unidades monitorizadas ao longo das estações de Verão de 2007 e de 2008, tendo sido identificado como principais situações de ventilação natural (verificadas durante as monitorizações):

1-) Ventilação natural praticamente durante as 24 horas;
2-) Ventilação natural durante das 18 horas as 24 horas (principalmente ambientes de quarto);
3-) Ventilação natural durante o período nocturno (principalmente ambientes de sala);
4-) Não promover a ventilação natural (não abertura das janelas);

Principalmente nos casos em que não existem dispositivos de protecção (estore ou outro semelhante), a abertura das janelas promovendo a ventilação natural nas horas em que se consegue tirar partido do arrefecimento passivo (normalmente ocorrem no período nocturno), demonstraram ser uma estratégia fundamental para a obtenção de melhores condições interiores nesta estação do ano. Entretanto em boa parte das unidades monitorizadas sem dispositivo de protecção exterior (apresentam somente palas horizontais) os utentes não exploraram totalmente esta possibilidade de arrefecimento (ventilação natural).

As unidades que dispõem de dispositivos de protecção solar demonstraram uma melhor adaptação e controle perante a variabilidade climática exterior. No caso específico do estore exterior, este pode ser accionado de distintas maneiras: regular a percentagem de protecção no envidraçado (0% a 100% protecção activada), bem como regular o grau de permeabilidade na própria protecção quando está inteiramente accionado. Entretanto, nas unidades que possuem este tipo de protecção nem sempre foram inteiramente exploradas de forma a tirar proveito para obtenção de melhores condições de conforto nos ambientes, assim tendo o utente demonstrado um papel fundamental na adequação de sua casa (condições interiores) às condições exteriores.

Conclusões Monitorizações - Estação de Aquecimento:

A temperatura exterior nas diversas monitorizações realizadas no Inverno de 2007-2008, tomou valores inferiores a 15°C em cerca de 85% do tempo. No que respeita a temperatura interior nas unidades monitorizadas ao longo do Inverno de 2007-2008, observaram-se valores inferiores a 20°C, a Norte e Este em 30% do tempo, a Oeste em 65% do tempo e a Sul 10% do tempo. Sendo que foram os ambientes das unidades orientadas a Sul a apresentarem, em mais de 85% do tempo, valores da temperatura interior superior a 20°C, também foram estas a registarem temperaturas superiores a 25°C, sem recurso a sistemas de aquecimento.

No Inverno de 2008-2009, houve um acréscimo de 10% na duração do período em que se observaram temperaturas exteriores abaixo dos 15°C, relativamente ao ano anterior, de 85 % para 95% do tempo. Em termos dos valores da temperatura interior, apresentaram valores inferiores a 20°C, em 80% do tempo nas unidades orientadas a Sul, Oeste e Este, enquanto a Norte em 100% do tempo. Valores inferiores a 15°C na temperatura interior, foram verificados principalmente em unidades orientadas a Este (20% do tempo) a Oeste (30% do tempo).

Com base nos resultados referentes aos dois anos em que se realizaram monitorizações, verifica-se que para na maior parte das unidades e, principalmente quando orientadas a Este e a Oeste, a temperatura interior esteve abaixo de 20°C em mais de 60% do tempo; devendo ainda ser considerado (em termos de temperaturas obtidas) que a maioria dos utentes recorreram a utilização de sistemas de aquecimento. Simultaneamente, em unidades orientadas a Sul, sem recurso a sistemas de aquecimento, observaram-se situações de eventual sobreaquecimento.

Em termos globais, nos compartimentos da amostra monitorizados durante o Inverno de 2007-2008 verifica-se de modo geral que estes apresentaram temperaturas inferiores a 20°C em cerca de <u>30% do tempo</u> e durante o Inverno de 2008-2009 apresentaram temperaturas inferiores a 20°C <u>em cerca de 85% do tempo</u>.

Tendo em consideração a amostra como um todo, onde praticamente todos os compartimentos orientados a Norte pertencem a unidades com 2 faces expostas opostas (com ambientes orientados também a Sul), nesta estação de Inverno foram as unidades/ambientes orientados a Oeste a apresentarem os maiores valores de graus dia de desconforto de aquecimento e, tal como seria de esperar, aos menores valores de GDD (Inverno) para as unidades/compartimentos orientados a Sul.

Ao terem sido efectuadas monitorizações durante duas estações de Inverno distintas teve uma importância extrema pois permitiu evidenciar o quanto as condições exteriores foram determinantes nos resultados pois, mesmo em habitações com orientação solar mais favorável, quando submetidas a condições exteriores mais severas, apresentaram maior grau de desconforto (exemplo unidades amostra Inverno 2008-2009).

O uso de sistemas de aquecimento nas unidades monitorizadas veio, de algum modo, condicionar parte dos resultados obtidos durante as monitorizações de Inverno, tendo sido possível identificar algumas situações:

1-) Sistema de aquecimento accionado termostaticamente (impedindo que as temperaturas interiores fossem inferiores à temperatura seleccionada);

2-) Recurso constante a sistemas de aquecimento, mas sem impor uma temperatura de termóstato, elevando as temperaturas mínimas, médias e máximas em alguns graus.

3-) Os utilizadores accionam o aquecimento eventualmente;

4-) O(s) sistemas de aquecimento accionados em compartimentos adjacentes;

Desta forma o recurso a sistemas de aquecimento, pode ter alterado ou mesmo mascarado as temperaturas que seriam obtidas de facto, principalmente em termos dos valores das temperaturas mínimas bem como a intensidade do desconforto, o que permite de algum modo encontrar explicações plausíveis para alguns resultados inesperados.

Conclusões Finais Monitorizações:

A forma como os utentes ocupam e utilizam as suas habitações tem a maior importância: abertura e fecho das janelas, accionamento dos dispositivos de protecção exterior ou interior, ligar e desligar os sistemas de climatização entre outros procedimentos podem ser decisivos na obtenção de melhores condições de conforto em unidades com características semelhantes às presentes na amostra.

Através da análise desenvolvida, a qual considerou um conjunto de situações reais ao longo das monitorizações de Verão e de Inverno, pode-se constatar a influência de determinados parâmetros sobre as condições interiores, tais como: orientação, tipologia, localização no edifício, factor de forma, características construtivas, relação da área de envidraçado com relação a área do ambiente correspondente, tipos de vidros, dispositivos de protecção, ventilação natural, utilização de equipamentos para arrefecimento ambiente e padrão de utilização.

As monitorizações foram elementos importantes no auxílio a compreensão de determinados mecanismos, fenómenos que ocorrem na realidade, permitindo constatar os mesmos através de dados obtidos em modelos reais construídos (em escala real). Porém, se faz ainda necessário recorrer à utilização de ferramentas computacionais que permitam reproduzir as situações monitorizadas de forma a estabelecer quais os factores que são relevantes no desempenho térmico de unidades com características idênticas às monitorizadas e extrapolar outras situações de interesse em termos de comportamento/desempenho térmico e energético.

CAPÍTULO III – Simulações e Calibrações de Modelos

3.1 Introdução Simulações e Calibrações de Modelos

O presente trabalho prosseguiu com um conjunto de simulações que, numa primeira fase, procuram reproduzir as condições em que as unidades habitacionais da amostra foram monitorizadas (modelos reais) tendo se seleccionado para o efeito o programa de simulação térmica EnergyPlus (versão V2.2), desenvolvido pelo Laboratório DOE (Department of Energy, EUA) em colaboração com diversos investigadores de vários países (desenvolvimento em *open-source*) e cujos resultados se encontram dentro dos limites de erros previstos pelas normas ASHRAE (ver detalhes Anexo 3.1). Este software foi adoptado em virtude de o mesmo permitir rigor na modelação de edifícios e lidar com muitas opções de projecto. O EnergyPlus permite ainda calcular as cargas térmicas de um edifício e o consumo de energia para condições meteorológicas exteriores observadas durante o período em que foram realizadas as monitorizações.

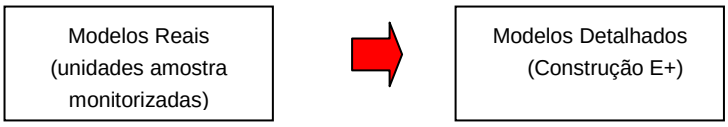
Numa fase inicial de modelação, foi tomada em conta uma análise detalhada do programa adoptado, tal como se encontra descrito no Anexo 3.1, no que tange a sua estrutura, capacidades, tipos de resultados a serem extraídos entre outros.

Neste Capítulo e nas próximas secções é evidenciado um conjunto de simulações e calibração de modelos; com base nas monitorizações, processo este que decorreu em diferentes etapas e culminou na elaboração de dois modelos simplificados testados e capazes de representar um espectro de soluções de interesse: taxa de ventilação, solução construtiva de paredes exteriores, tipos de vidro, dispositivos de sombreamento (estores e portadas) e horários de activação, espessura de isolamento térmico.

Como já mencionado o processo de modelação e calibração de modelos, deu-se em fases distintas. A seguir faz-se uma breve descrição das mesmas.

Calibração1 – Calibração Modelos Detalhados:

Modelo Detalhado é nome dado neste estudo para os modelos construídos no software de simulação térmica (E+), os quais tentam reproduzir as condições reais num ambiente computacional (modelos reais correspondem as unidades da amostra que foram monitorizadas), isto sob as mesmas condições que estas unidades foram monitorizadas.



Ao todo foram construídos no software EnergyPlus (E+) 44 ficheiros correspondentes às diferentes unidades habitacionais monitorizadas ao longo das estações quente e fria de 2007-2009; 22 modelos na estação de aquecimento (inverno) e 22 na estação arrefecimento (Verão), tendo em conta as informações necessárias e importantes para caracterização dos mesmos (geometria, orientação, localização, soluções construtivas, padrão de utilização e de ocupação, taxas de renovação por hora, equipamentos entre outras).

Os dados relativos às condições exteriores em que cada unidade habitacional foi monitorizada (Modelos reais), dados obtidos através da Estação Meteorológica LNEG-Lumiar, foram posteriormente transpostos para ficheiros climáticos de formato EPW, do EnergyPlus. O recurso também a dados meteorológicos observados nos períodos das monitorizações, é determinante em todo o processo de calibração (comparação dos resultados obtidos através das simulações com os obtidos através das monitorizações), sendo esta etapa do estudo intitulada como sendo a primeira fase de calibração dos modelos, Calibração dos Modelos Detalhados (Calibração-1), Secção 3.3 – Calibração-1.

Calibração2 – Calibração Modelos Simplificados com os Modelos Detalhados:

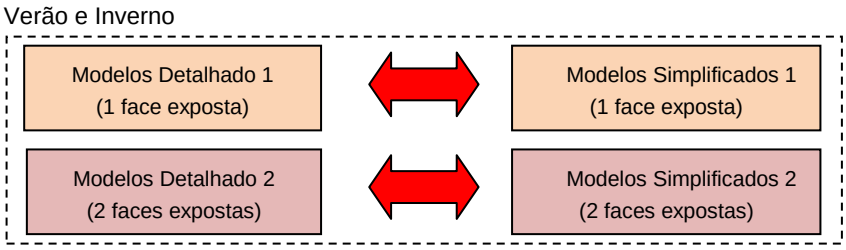
Após a primeira etapa de modelação e calibração (Modelos Detalhados), foram identificadas as características mais relevantes na determinação do desempenho térmico dos modelos detalhados e reais, assim como as características comuns entre os mesmos, forma a permitir que, cada modelo pudesse ser simplificada (mantendo todas as características de maior influência sobre o desempenho térmico das mesmas), Secção 3.4 – Simplificação Modelos Detalhados

Desta forma foram elaborados dois modelos simplificados de base, os quais conservam características importantes e comuns entre os diferentes modelos detalhados e reais estudados. Em termos gerais o Modelo Simplificado -1 apresenta uma única face exposta, enquanto o Modelo Simplificado -2 apresenta duas faces opostas expostas.

Depois de gerados os modelos simplificados estes foram novamente comparados com os resultados das monitorizações bem como com os resultados os obtidos com o Modelo Detalhado correspondente, processo este que foi feito exaustivamente, correspondendo esta etapa à segunda fase de calibrações de modelos, Calibração dos Modelos Simplificados (Calibração-2), Secção 3.5 – Calibração-2.

Calibração3 – Calibração Modelos Simplificados a partir de um Conjunto de Variações Paramétricas:

Os Modelos Simplificado, foram submetidos a novos testes de comparação; correspondendo a uma terceira fase de calibração (Calibração 3). Nesta fase, foram utilizados dois dos modelos detalhados construídos na fase 1, sendo um deles com uma face exposta e o outro com duas faces expostas opostas, bem como os correspondentes modelos simplificados (fase Calibração-2).



As variações paramétricas foram sempre feitas para os quatros modelos de forma a avaliar os resultados obtidos pelos modelos simplificados, com o objectivo principal de verificar se os modelos simplificados, para cada variação paramétrica efectuada, conseguem responder (em termos térmicos) de maneira similar os modelos detalhados. Ver Secção 3.6 – Calibração 3.

O processo de Calibração-3 possibilitou também avaliar a influência dos diferentes parâmetros no desempenho térmico; e hierarquizar influência dos mesmos; dando indicações importantes para o desenvolvimento dos estudos subsequentes (definição soluções Matriz – Capítulo IV).

Desta forma, somente após o processo de monitorização (Capítulo II) e do processo de modelação e calibração (Capítulo III), pode-se desenvolver de facto os dois modelos simplificados, calibrados e capazes de representarem um leque de soluções construtivas. Sendo estes modelos simplificados (1 e 2) adoptados como base importante para o desenvolvimento dos estudos contemplados no presente trabalho (Capítulo IV).

3.2 Metodologia Utilizada: Simulação no Software *EnergyPlus*

As simulações realizadas foram sempre efectuadas com o auxílio de um software de simulação térmica denominado EnergyPlus (v.2.2). O EnerguPlus (E+) é um programa de simulação desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE - Department of Energy, EUA) em colaboração com diversos investigadores de vários países (desenvolvimento em open-source). Este programa computacional foi criado a partir dos programas BLAST e DOE-2 e distribuído pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, desenvolvido para simulação de edifícios com todos seus equipamentos associados (aquecimento, ventilação, ar condicionado…), permitindo entre outros, calcular as cargas térmicas e índices de conforto térmico. Trata-se de um Programa que é continuamente sujeito a ensaios, utilizando os métodos e padrões de referência, sempre com resultados dentro dos limites de erros previstos pelas normas ASHRAE (ver anexo 3.1).

O EnergyPlus é um motor de simulação, que necessita de vários ficheiros de entrada que descrevam o edifício, no que diz respeito aos ficheiros de resultados estes foram sistematizados de forma a agilizar a análise subsequente.

Nas simulações levadas a cabo descreveram-se modelos que procuraram ser representativos dos processos físicos em jogo e relevantes para a previsão de múltiplas variáveis, tendo-se para tal definido e caracterizado diferentes ficheiros climáticos, correspondentes aos diferentes períodos da monitorização para que a resposta das diferentes habitacionais correspondesse de facto às solicitações climáticas exteriores. No que diz respeito ao modelo propriamente dito: geometria, materiais, soluções construtivas, ventilação e infiltrações e padrões horários, os dados de entrada são editados a partir do IDF, o qual apresenta um conjunto de objectos onde são inseridos e determinados os parâmetros, as condições, as características e outros referentes ao edifício em estudo. Estes objectos estão reunidos por grupos (grupos de objectos). No Anexo 3.1 também são descritos os grupos de objectos conjuntamente com os dados adoptados para o estudo. No entanto, sistematiza-se nesta fase alguma informação tida como relevante para a compreensão do trabalho desenvolvido.

Para cada ficheiro correspondente a uma habitação foram tidas em conta os seguintes aspectos:

- <u>Localização</u>: ângulo do edifício com o Norte Verdadeiro.

- <u>Exposição do edifício ao vento</u> como reflexo da envolvência (local, terreno, altura construção…), tendo sido adoptadas as opções: *Ocean* (próximos ao rio do Tejo), e *Country* (zonas urbanas com baixa densidade de construção e expostas);

- <u>Exposição solar</u>, para contabilizar a radiação solar directa e reflectida nas superfícies exteriores foram adoptadas as opções *full interior and exterior with reflections*. Deste modo tem-se em conta as sombras projectadas nas superfícies exteriores resultantes de elementos destacados do edifício (árvores, edifícios vizinhos) ou elementos do próprio edifício (palas horizontais e verticais, proeminências do edifício). Assim, em cada superfície da zona é calculada a radiação directa incidente. Nesta opção o programa também calcula/contabiliza a radiação (feixe) que atinge a face interna de uma janela (radiação proveniente de outras janelas da zona). O efeito dos dispositivos de sombreamento, quando existentes, é também contabilizado;

- <u>Início da simulação</u>: a simulação inicia-se sempre 25 dias antes do período pretendido *warm up days;*

Cálculo de convecção para a face interior e exterior das superfícies de acordo com o modelo *Detailed Natural Convection Model*, em concordância com os algoritmos da ASHRAE *[204]*.

- <u>Transferência ou trocas de calor</u>: para estimar os fluxos de calor superficiais, evitando a definição das temperaturas e fluxos no interior das superfícies, o modelo *CTF (conduction transfer function)*, considera somente o calor sensível, não tendo em consideração a humidade armazenada ou difundida nos elementos construtivos.

- <u>Actualização da geometria solar</u>: o valor por defeito para este campo no cálculo de sombras e ganhos solares sugerido pelo programa é de 20 dias, valor este adoptado e que corresponde a um número médio de dias representativo das mudanças significativas na posição dos ângulos solares.

De seguida descreve-se sumariamente a definição de: geometria, soluções construtivas, dispositivos de sombreamento e condições climáticas exteriores.

3.2.1 Modelos Geométricos

Na construção de um modelo geométrico multizona ter-se-á de definir para cada zona: identificação, ponto de origem da zona em relação ao sistema de coordenadas do edifício, rotação da zona relativamente ao eixo Norte do edifício, tendo sempre presente as convenções previamente estabelecidas relativamente ao sistema de coordenadas das superfícies, sentido de introdução dos vértices e coordenadas dos vértices de cada superfície de cada zona e sistema de coordenadas do edifício. Neste trabalho adoptou-se a seguinte metodologia: ponto de origem no canto superior esquerdo, *ULC* (*upper left corner*), introdução dos vértices (de uma determinada superfície) no sentido horário *ClockWise,* sistema de coordenadas - opção *Relative*, adequada às variações paramétricas em termos de localização e orientação do edifício.

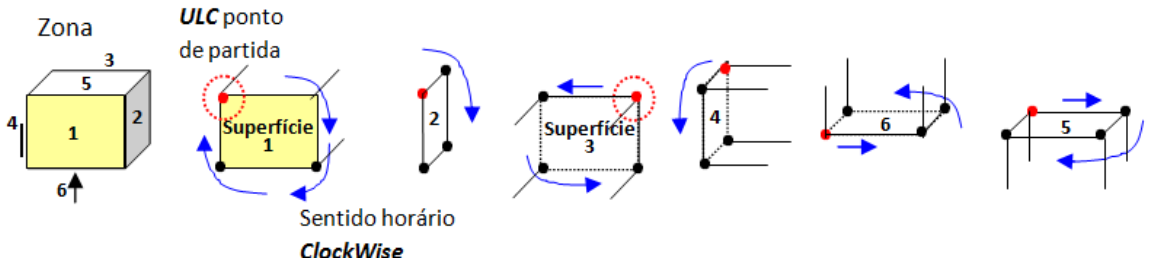


Figura 3.1: Convenções estabelecidas com relação aos sistema de coordenadas das superfícies (zonas), construção dos modelos geométricos no *E+*.

A construção geométrica das zonas impõe ainda que, cada superfície seja caracterizada em termos do tipo (piso, parede, cobertura) e das condições fronteira: exterior em contacto com outra superfície de outra zona da habitação.

3.2.2 Caracterização das Soluções Construtivos

Todos os elementos que contribuem para a massa térmica do edifício (inércia térmica) houve o cuidado em que fossem definidos através da definição das propriedades termofísicas de cada um dos elementos (camada) que intervém numa determinada solução construtiva (massa volúmica, condutibilidade térmica, calor específico) tendo por base as publicações nacionais do LNEC (ITE50 *[205]*, ITE11 *[206]*, ITE12 *[207]*) bem como A. FROTA *[31]*, pdf Mendonça *[208]*, e deste modo contabilizar o efeito de condução de calor através das diferentes camadas e, para cada solução construtiva podem ser definidas, com recurso a versão 2.2 do programa E+, até 10 camadas.

O programa permite também descrever elementos construtivos opacos de forma a não considerar a massa térmica do material a partir de uma resistência térmica (*R*), tendo esta opção sido utilizada para descrever o objecto designado por " parede de ar", utilizado para caracterizar o local de portas e vãos e separação entre zonas bem como as caixas-de-ar situadas entre outras camadas da construção, (por exemplo: paredes dupla de alvenaria) tendo em conta a espessura da camada e sentido do fluxo de calor.

No que diz aos elementos transparentes (vãos envidraçados) foi gerado uma biblioteca com diversos tipos de vidros; tendo estes sido descritos a partir de dados e informações cedidos por uma empresa vidreira com sede em Portugal, e com base no manual do vidro editado pela referida empresa *[209]*, já no que diz respeito às camadas de ar entre vidros, foram descritas a partir das opções constantes no próprio programa de simulação E+.

A partir do conjunto de materiais descritos no programa E+, foram descritas as soluções construtivas das habitações monitorizadas e, as soluções definidas para as diferentes das variações paramétricas ao nível das construções de: tecto, pavimento, paredes exteriores, paredes interiores com e sem requisitos, vãos envidraçados.

3.2.3 Caracterização Dispositivos de Protecção

O programa E+ permite definir dispositivos para sombreamento do tipo interior, exterior e entre lâminas de vidro e assume (na existência de um dispositivo de protecção solar) que o dispositivo de protecção cobre todo o vão da janela. Nos casos simulados neste estudo, sempre que se pretendeu que uma determinada janela apresentasse um dispositivo de protecção numa percentagem da mesma, foi necessário subdividir a janela em diferentes superfícies introduzindo as características de cada parte em objectos distintos.

O programa permite ainda controlar a presença/ausência (activação/desactivação) de cada do dispositivo de protecção solar caracterizado nos diferentes ficheiros a partir de definição de perfis horários (*schedules),* tendo o padrão utilizado sido do tipo *on/off*, onde o valor zero (0) corresponde a situação do dispositivo activado e o valor (1) corresponde a situação inversa. Assume que o plano do dispositivo é paralelo ao do envidraçado, ao qual esta fixado; bem como assume que as propriedades reflectantes e a emissividade são as mesmas em ambos os lados da protecção.

No Manual do EnergyPlus é apresentado as propriedades genéricas para alguns dos dispositivos de sombreamento, tendo sido estes utilizados para descrever dispositivos de protecção utilizados no presente trabalho: cortinados interiores; estores exteriores com diferentes permeabilidades ao ar; e portadas de madeira interiores (sem e com uma camada de isolamento).

Para uma melhor compreensão das considerações efectuadas na descrição dos objectos e respectivos campos referentes a caracterização dos diversos dispositivos de protecção gerados no programa (E+), ver Anexo 3.1.

3.2.4 Ficheiro Climático - Simulação

No programa EnergyPlus existe um conjunto de objectos utilizados para descrever as condições do ambiente exterior a serem consideradas durante as simulações. No caso de estes campos não serem preenchidos (*blank*), o programa assume que tais indicações estão contidas no ficheiro climático adoptado (ano todo). Relativamente ao ficheiro climático para Portugal foram disponibilizados para serem utilizados no programa EnergyPlus dados sintéticos, para as versões dos ficheiros climáticos a serem convertidos no formato EnergyPlus (*epw*), pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), então Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P. (INETI), *Aguiar. R. [43]*. Os dados sintéticos do INETI apresentados são © 2005 Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, Portugal *[210]*.

Os dados do ficheiro climático de Lisboa em formato *.epw* presente no site do programa E+ foi adoptado neste trabalho nas diversas simulações decorridas. No entanto, para a calibração dos modelos com base no resultados das monitorizações, foram gerados novos ficheiros climáticos a partir das observações das estações do actual LNEG, em termos de: temperatura do ar exterior, humidade, radiação global, directa, difusa, direcção e velocidade do vento durante os meses correspondentes ao:

- Verão de 2007 (Junho, Julho, Agosto e Setembro);
- Inverno de 2007-2008 (Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março);
- Verão de 2008 (Junho, Julho, Agosto e Setembro);
- Inverno de 2008-2009 (Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março);

Importa referir que, se teve o cuidado de introduzir dados das Estações Meteorológicas no ficheiro climático base considerando um período anterior (cerca de 1 mês antes) de forma adequar a resposta das habitações às condições iniciais (25 dias antes do período da monitorização).

Por fim, importa referir que, nas diferentes fases que englobam o processo de calibração de modelos (Calibração1, 2 e 3 - modelos detalhados e simplificados), a análise de resultados foi desenvolvida em termos da evolução da temperatura do ar interior (regime flutuante).

3.3 Calibração 1 - Modelos Detalhados

Com base nas informações obtidas relativamente as unidades habitacionais monitorizadas, foram construídos no EnergyPlus um conjunto de Modelos Detalhados referente a cada uma das fracções. Para a construção de cada Modelo Detalhado teve-se em consideração as características de cada unidade habitacional (geometria, orientação, localização, soluções construtivas, padrão de utilização e ocupação, taxas de renovação de ar por hora, equipamentos…) e, tal com foi referido no parágrafo anterior, também as condições climáticas exteriores correspondentes aos períodos de monitorização.

A seguir apresentam-se exemplos de modelos geométricos construídos; tendo em conta as diferentes unidades habitacionais seleccionadas para o estudo e as condições que estas foram monitorizadas nas estações de aquecimento e de arrefecimento.

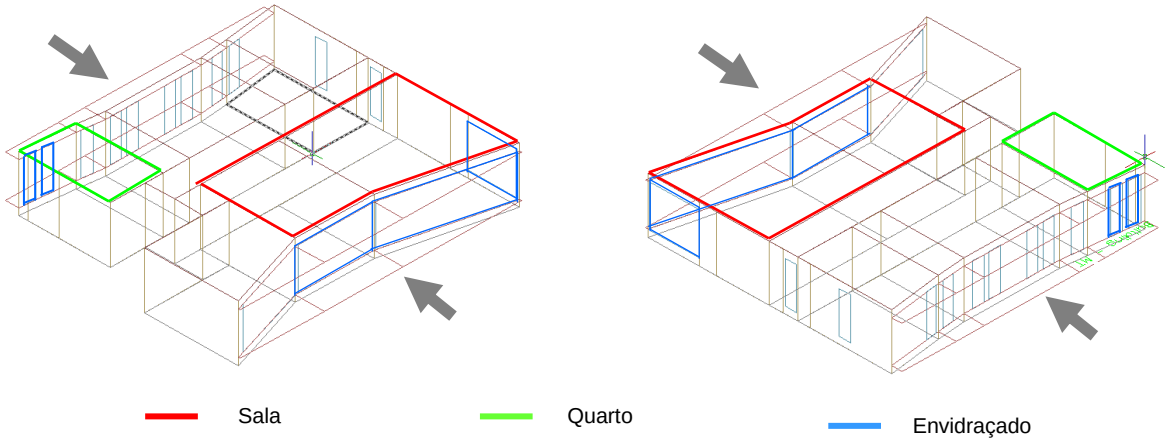
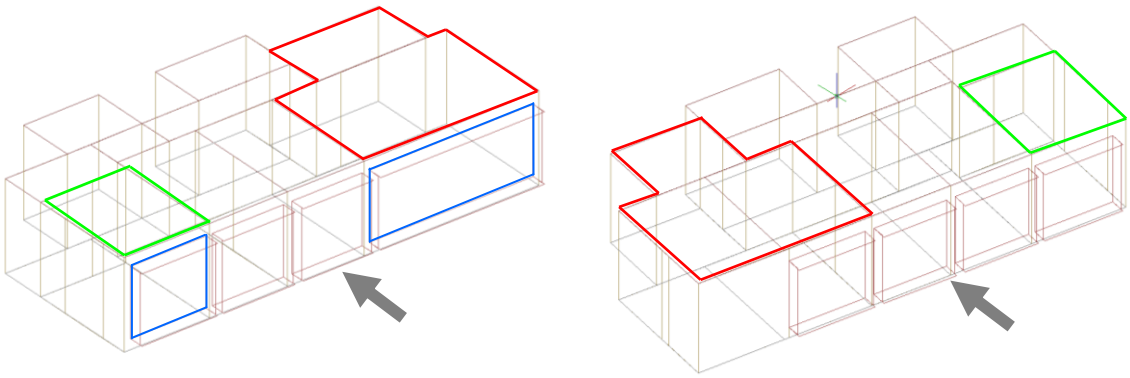


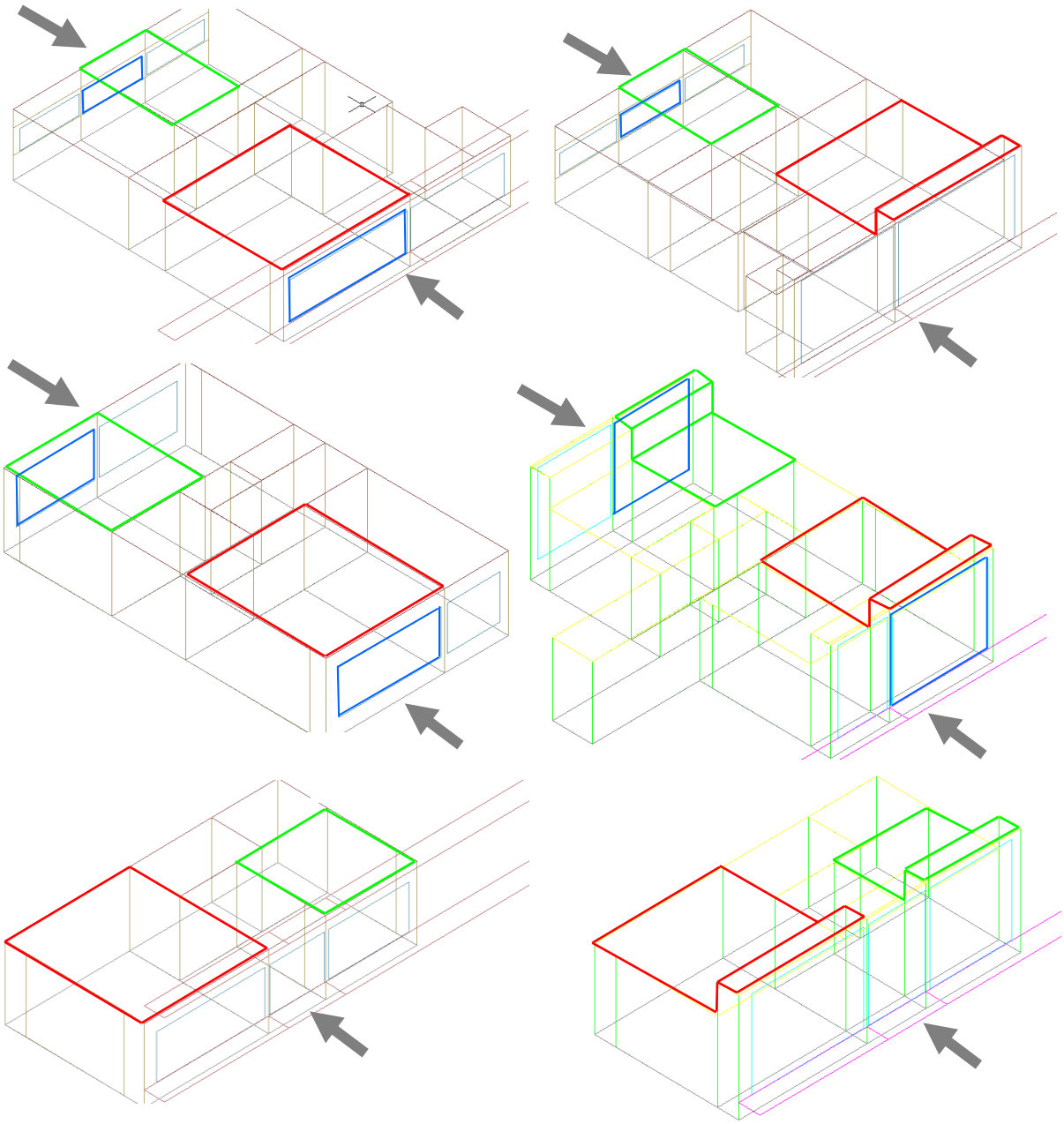
Figura. 3.2: Modelo Geométrico Fracções Edifício Navitejo.

Figura. 3.3: Modelo Geométrico Fracções Edifício Pertejo.



Sala Quarto Envidraçado

Figura. 3.4: Modelo Geométrico Fracções Edifício Alcântara Rio.



Sala Quarto Envidraçado

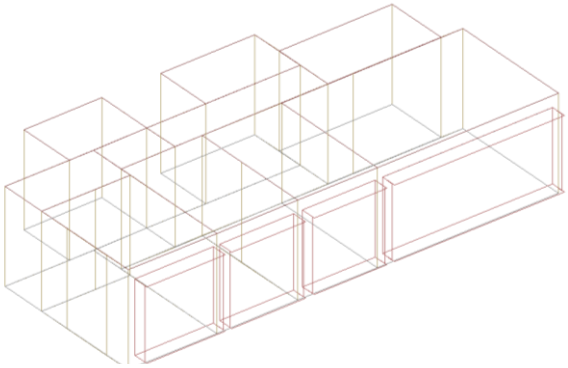
Figura. 3.5: Modelo Geométrico Fracções Edifício Jardins de São Bartolomeu.

Os resultados das simulações foram comparados com as medições, permitindo assim, verificar se os modelos detalhados apresentam resultados/desempenho térmico semelhantes aos medidos. Na terminologia utilizada modelo real corresponde á habitação monitorizada.

Monitorizações - Modelos Reais (Unidades Amostra)

Modelação e Simulação - Modelos Detalhados (Unidades Amostra)

Exemplo Modelo Real da Amostra - Monitorizado



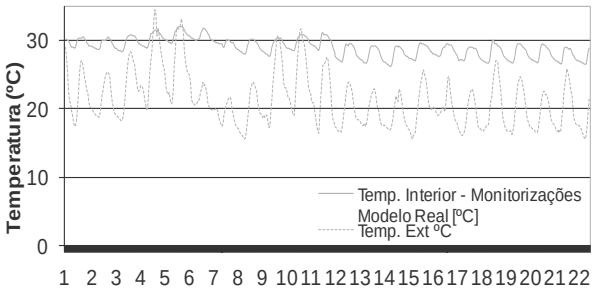
Construção de ficheiros .IDF (E+) com dados de entrada (geometria, soluções construtivas e outros). Modelos construídos face as condições em que foram monitorizados

Condições Exteriores – Dados Estação Meteorológica LNEG

Construção Ficheiros Climáticos com dados obtidos através Estação Meteorológica. Ficheiros em formato EPW. Transposição das condições exteriores obtidas ao longo das monitorizações para um ambiente computacional.

Dados Temperatura e Humidade (dataloggers Testostor) Monitorizações em Ambiente Interior

Obtenção de dados de Saída: Temperatura e Humidade. Mesmo tipo de dados obtidos nas monitorizações



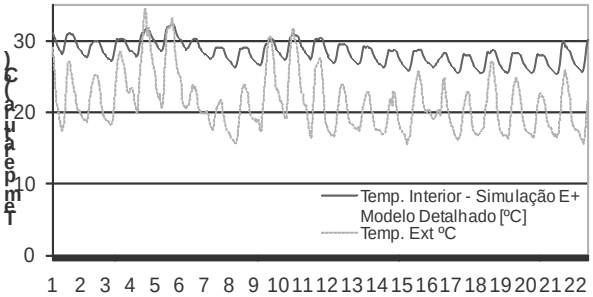


Figura 3.6: Esquema Calibração 1 – Calibração Modelos Detalhados com Monitorizações.

Para todas as unidades habitacionais da amostra foi feita uma análise comparativa, nas situações de Verão e de Inverno, entre resultados da simulação com os medidos por monitorização, exemplificando-se nas figuras seguintes em que consistiu a referida análise e que corresponde à fase de Calibração 1.

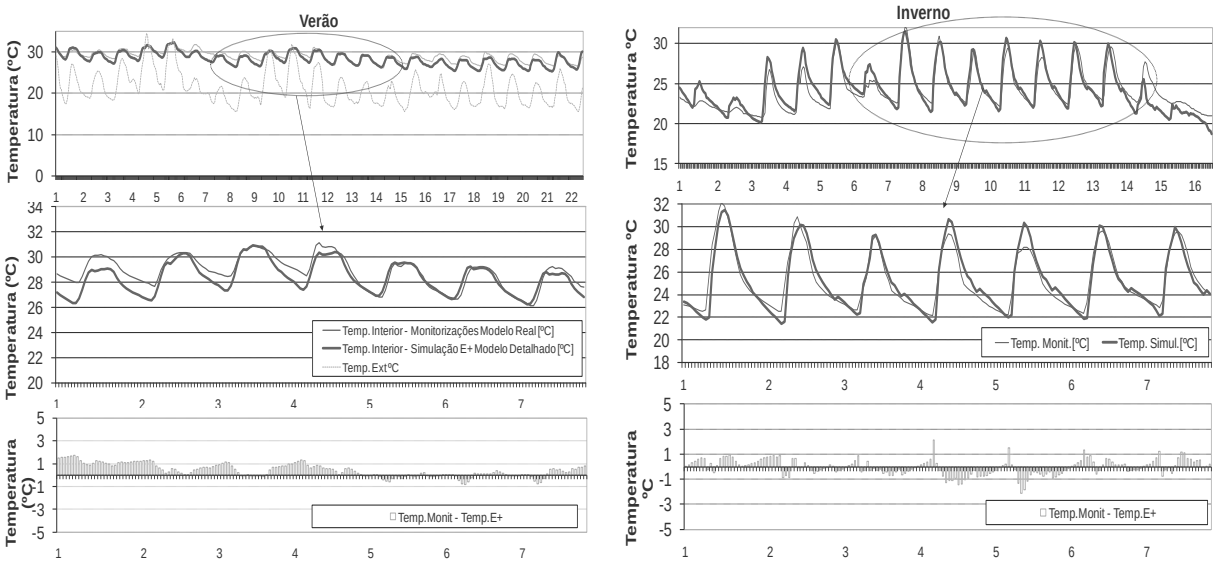


Figura 3.7: Exemplo de Calibração na estação de aquecimento (Inverno) e de arrefecimento (Verão) considerando uma dada fracção da amostra – Comparação valores de temperatura obtidos por simulação (Modelos Detalhados) com valores de temperatura obtidos por monitorização.

Nos primeiros gráficos da figura encontra-se o período completo de medição e simulação, o que permite verificar o comportamento de ambas as curvas de temperatura num período mais alargado. Nos segundos gráficos (ao meio da figura) encontram-se as curvas de temperatura para um período de sete dias seleccionados do período alargado (sete dias em que as curvas apresentam maior similaridade). E nos terceiros gráfico encontram-se de forma visível a diferença entre as curvas de temperatura ao longo do período de sete dias seleccionados. Portanto pode-se observar através dos exemplos contidos na Figura 3.7, que a evolução da temperatura do ar interior medida e as obtidas a partir das simulações apresentam similaridade bem como a concordância na ocorrência nos valores extremos.

Para as diversas unidades que participaram neste processo de Calibração-1, foram gerados gráficos e figuras semelhantes a Figura 3.7; sendo que estas estão organizadas por fichas (por unidade e por estação do ano) e apresentadas neste estudo no Anexo 3.1. Para melhor observar a similaridade entre curvas de temperatura obtidas por simulação com as obtidas por monitorização, observar gráficos das fichas Anexo 3.1.

A seguir encontra-se de maneira sintetizada os diversos resultados obtidos neste processo de Calibração-1 para as diferentes unidades abordadas no mesmo; na situação de Verão e de Inverno. Portanto a seguir será possível verificar através de um conjunto de gráficos se os modelos simulados apresentaram similaridade (em termos de comportamento térmico) às respectivas unidades monitorizadas.

Embora todas as fracções monitorizadas tenham sido objecto de um modelo detalhado, nos gráficos seguintes apresentam-se comparativamente as unidades em que as calibrações demonstraram maior similaridade entre as Curvas de Temperatura Tmonit e Tsimul de forma a continuar a manter as características principais da amostra inicial (das 23 Unidades seleccionadas inicialmente), como por exemplo o espectro de disposições solares e outros.

3.3.1 Calibração-1 Verão

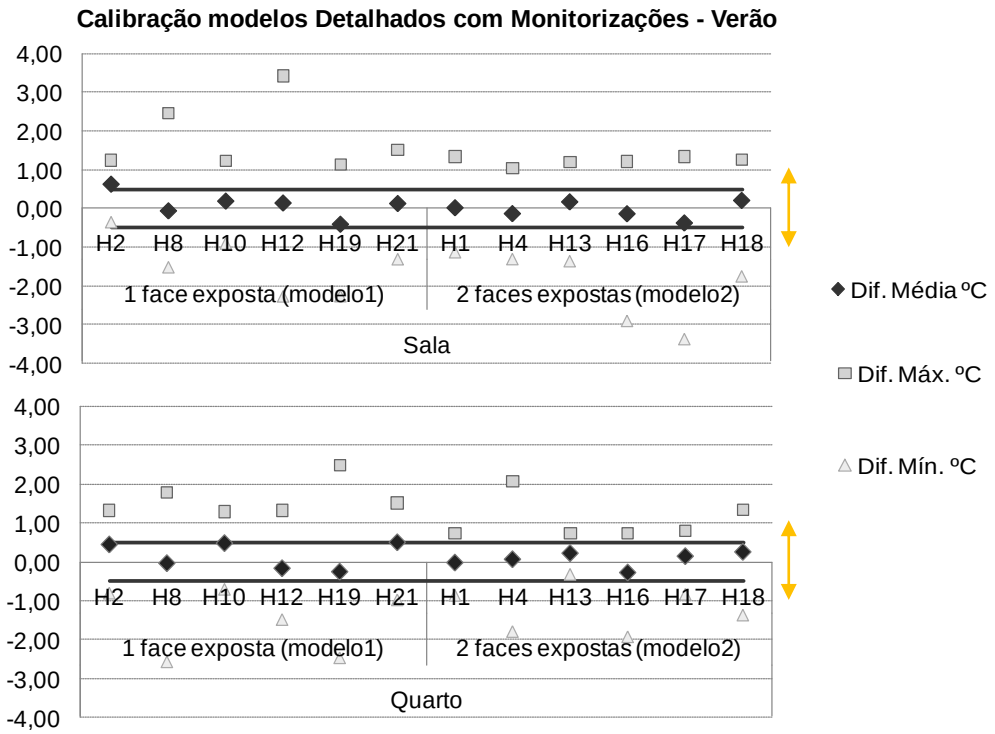


Figura 3.8: Gráficos Calibração-1 Verão (modelos com 1 e 2 faces expostas). Diferença máxima, média e mínima entre valores obtidos por simulação e por monitorização.

Obs: 1-) + ou - 0.5ºC é a margem de erro dada pelo fabricante dos dataloggers utilizados nas medições;

2-) a diferença média entre as duas curvas de temperatura (Tmonit - Tsimul) variou entre -0.42 e +0.62, isto tendo em conta todas as calibrações efectuadas para a estação de Verão. 3-) Teve-se em conta neste processo de calibração, a comparação entre o aspecto e o desenvolvimento de ambas as curvas (Tmonit e Tsimul). 4-) Neste quadro está enfatizado somente as calibrações que demonstraram maior similaridade entre as Curvas de Temperatura Tmonit e Tsimul. 5-) Os casos (habitações) apresentados neste quadro abrangem as principais situações identificadas durante o processo de monitorização, ou seja os casos que durante as monitorizações apresentaram melhor e pior resultado.

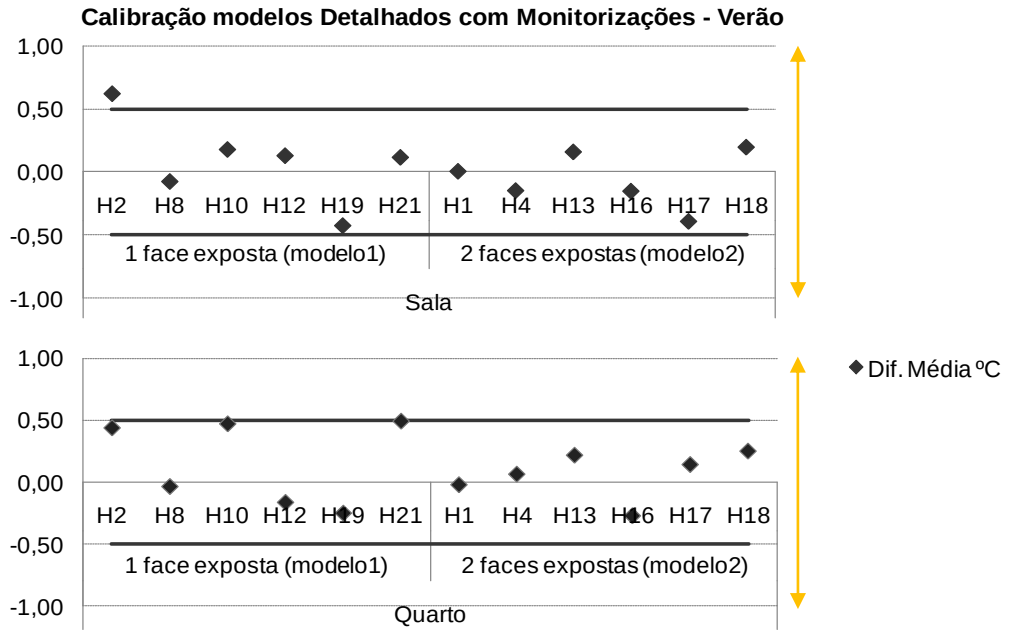


Figura 3.9: Gráficos Calibração-1 Verão (modelos com 1 e 2 faces expostas), diferença média entre valores obtidos por simulação e por monitorização.

3.3.2 Calibração-1 Inverno

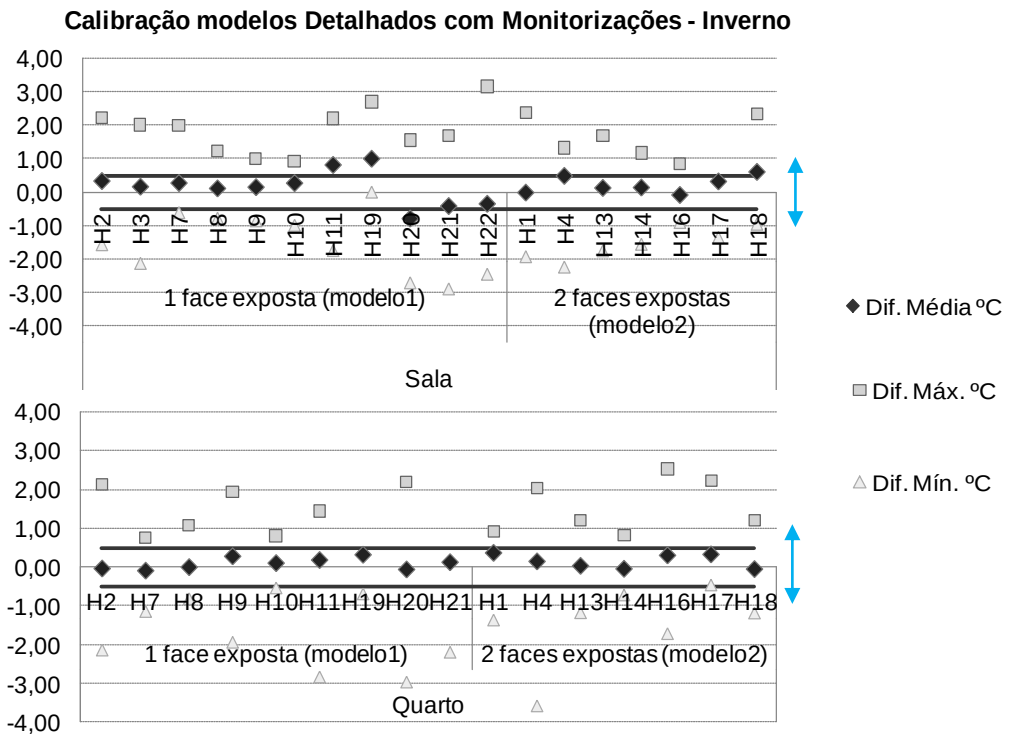


Figura 3.10: Gráficos Calibração-1 Inverno (modelos com 1 e 2 faces expostas). Diferença máxima, média e mínima entre valores obtidos por simulação e por monitorização.

1-) Os valores de difmax e difmin superiores a + ou - 1.5ºC, deve-se a situações pontuais, sendo que de modo geral a diferença média entre as duas curvas de temperatura foram normalmente inferiores a + ou - 0.5ºC. 2-) a diferença média entre as duas curvas de temperatura (Tmonit - Tsimul) variou entre -0.44 e +0.87, isto tendo em conta todas as calibrações efectuadas para a estação de Inverno.

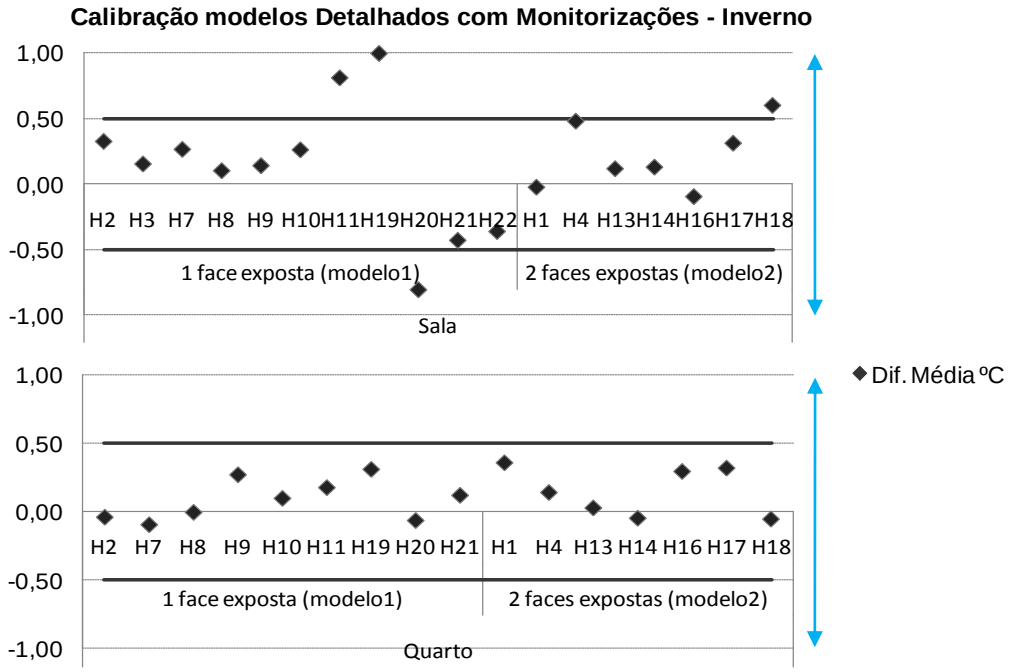


Figura 3.11: Gráficos Calibração-1 Inverno (modelos com 1 e 2 faces expostas), diferença média entre valores obtidos por simulação e por monitorização.

3.3.3 Análise Calibração-1

Calibração-1 Verão:

Para o conjunto das habitações da Figura 3.9, a diferença média entre todos os valores de temperatura observados durante as monitorizações e todos os obtidos através de simulações foi de 0,06°C, diferença esta que para os ambientes sala foi de 0,02°C enquanto para os ambientes quarto foi de 0,11°C.

No que diz respeito aos valores de pico (máximos e mínimos) a diferença nos valores máximos foi, em média, de 1,40°C; enquanto a diferença entre os valores mínimos foi de -1,50°C. Esta diferença entre os valores de pico foi estimada para o conjunto de habitações anteriormente referido e no período de sete dias.

Tendo em conta que os fabricantes dos equipamentos utilizados ao longo das monitorizações consideram uma margem de erro para os mesmos de ± 0,5°C (ver Secção 2. 2.5 e 2.2.8 Capítulo II), bem como a existência de diferença de temperatura entre os locais aonde constam os edifícios monitorizados e a Estação Meteorológica (ver secção 2.2.9 Capítulo II); pode-se considerar os resultados obtidos em termos de Calibração como sendo estes satisfatórios, pois as diferenças de temperatura obtidas entre os modelos de simulação e os modelos reais não ultrapassaram praticamente os ±0,60 ºC (em média) nas diferentes unidades comparadas neste processo.

Análise Calibração-1 Inverno:

Para o conjunto de unidades demonstradas na Figura 3.11, a diferença media entre os valores de temperatura obtidos durante as monitorizações e os obtidos através de simulações de modelos a semelhança dos monitorizados (durante um período de sete dias seleccionados - ver Secção 2.2.4 Capítulo II), foi de 0,14°C. Sendo que esta diferença foi de 0,16°C para os ambientes sala e de 0,11°C para os ambientes quarto.

Para este conjunto de unidades, a diferença máxima entre os valores de temperatura obtidos durante as monitorizações e os obtidos através de simulações, foi de 1,90°C em média; enquanto a diferença mínima foi de -1,50°C. Estes valores de diferença máxima e mínima foram obtidos para as diferentes unidades observadas ao longo de um período de sete dias.

Análise Calibração-1 Geral:

Desta forma, pode-se verificar neste processo de Calibração-1 que os modelos construídos no software de simulação térmica responderam de maneira muito próxima/semelhante às respectivas unidades monitorizadas (modelos reais); dentro de uma margem de diferença entre valores de temperatura obtidos por monitorização e simulação que não ultrapassaram os ±0,70 ºC (diferença média) para a grande parte dos compartimentos em ambas as estações, dada a margem de erro do *datalogger* utilizado (0,5ºC) e eventuais diferenças de temperatura do ar exterior nos locais dos edifícios monitorizados e da estação meteorológica, pode se pois considerar que os modelos detalhados reproduzem adequadamente o comportamento térmico das fracções.

3.4 Processo de Simplificação dos Modelos Detalhados

3.4.1 Dois Modelos Tipológicos em Síntese - Modelos Simplificados 1 e 2

Ao observar o conjunto de fracções/unidades que compõem a amostra inicial (fase monitorizações e calibrações-1), isto de uma forma simplificada em termos de características gerais (número de faces expostas e localização dos envidraçados nas respectivas faces expostas), foi possível construir dois modelos tipológicos; um com uma face exposta e um segundo modelo com duas faces expostas opostas.

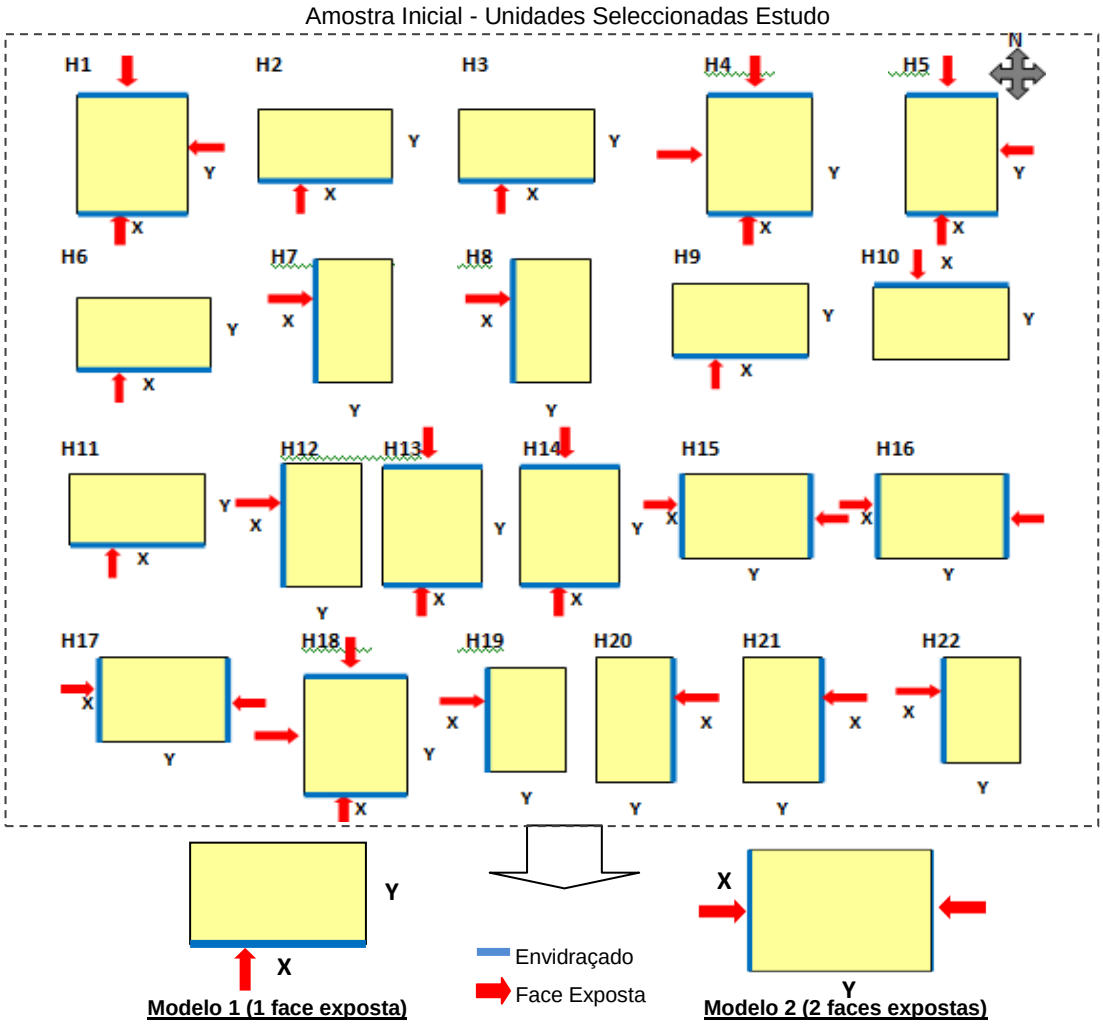


Figura 3.12: Esquema dois Modelos Tipológicos – Amostra Inicial.

Características Comuns as Unidades da Amostra:

Para uma melhor compreensão das características, dimensões e adopções efectuadas para determinação dos modelos em questão, ver Anexo 3.1.

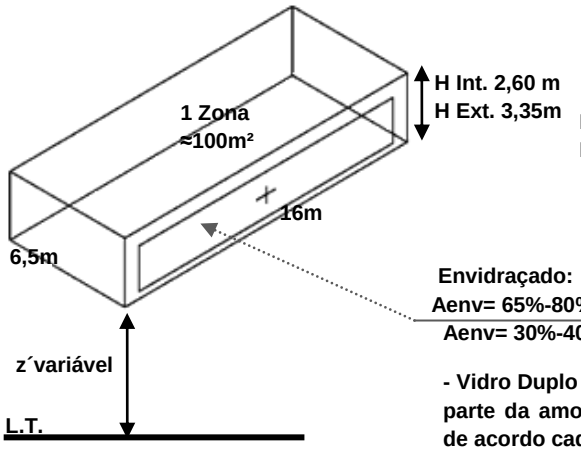
Nas diferentes unidades (amostra inicial): a área de pavimento foi de aproximadamente 100m²; a área dos ambientes sala foi de ≈35m² e dos ambientes quarto 15m²; a área de envidraçado variou entre 40%-90% com relação a área da fachada entretanto para a maior parte destes correspondem a 65%-80% da área da fachada em que estão inseridos; de modo geral a área de envidraçado correspondeu a 30%-40% da área de pavimento. O vidro mais comum nas diferentes fracções observadas (amostra inicial) foi o vidro duplo incolor; entretanto presenciou-se outros nas fracções localizadas na cobertura dos edifícios do conjunto Jardins de São Bartolomeu.

O Pé-direito (medida interior) nos diferentes ambientes/fracções observados variaram entre 2,50m (Ed. Navitejo) e 2,65m (Ed. Jd São Bartolomeu); ou seja um pé direito médio de 2,60m. Entretanto ao considerar as espessuras dos pavimentos (praticamente 0,40m de espessura em cada laje) a medida exterior é de 3,35m. No

que se refere a largura das palas horizontais nas diferentes fracções observadas (amostra inicial) esta variou entre 0,60m e 1,10m; ou seja de modo geral 1,00m.

Desta forma, foi possível construir dois modelos simplificados, os quais conservam as principais características das diferentes fracções/ edifícios da amostra (tipologia, dimensões comuns, características envidraçados entre outros), ou seja, as características das unidades que no processo de calibração-1 obtiveram resultados concordantes entre a monitorização e a simulação e com maior interesse para a fase de Calibração-2.

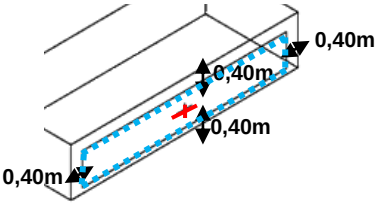
Modelo Simplificado 1



Obs: 1-) para uma área de envidraçado correspondente a 80% da fachada exposta; e com um PDmédio de 2,60m; têm-se uma largura do envidraçado de 12,5m.

2-) Isto Considerando também uma margem (na face exposta) referente a espessura dos elementos construtivos da envolvente (0,40m espessura paredes laterais e 0,30/0,40m altura das lajes superior e inferior). Estes são ajustados consoante especificação dos materiais correspondentes a cada elemento construtivo

3-) Têm-se assim uma área reservada para a introdução do envidraçado (área que não deve ser ultrapassada).



4-) Qualquer Envidraçado a ser localizado na(s) face(s) exposta(s) dos modelos simplificados , a partir do ponto central da face em questão.

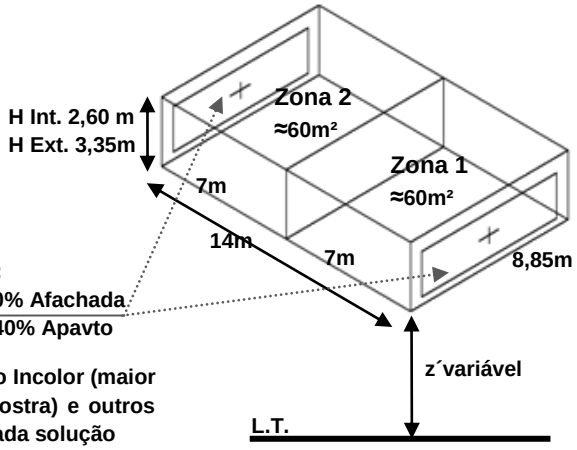
Envidraçado:
Aenv= 65%-80% Afachada
Aenv= 30%-40% Apavto

- Vidro Duplo Incolor (maior parte da amostra) e outros de acordo cada solução

- Largura das palas 1,00m (maior parte da amostra) e outros de acordo cada solução

Legenda:
Dimensões previstas para considerar a espessura dos elementos construtivos
Delimitação área parede Interior (possível área a ser vidrada)
Ponto central Parede Exterior e de Inserção Envidraçado

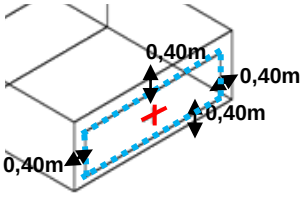
Modelo Simplificado 2



Obs: 1-) para uma área de envidraçado correspondente a 80% da fachada exposta; e com um PDmédio de 2,60m; têm-se uma largura do envidraçado de 6,5m.

2-) Isto considerando também uma margem (na face exposta) referente a espessura dos elementos construtivos da envolvente (0,40m espessura paredes laterais e 0,30/0,40m altura das lajes superior e inferior). Estes são ajustados consoante especificação dos materiais correspondentes a cada elemento construtivo

3-) Têm-se assim uma área reservada para a introdução do envidraçado (área que não deve ser ultrapassada).



4-) Qualquer Envidraçado a ser localizado na(s) face(s) exposta(s) dos modelos simplificados , a partir do ponto central da face em questão.

Figura 3.13: Esquema Modelo Simplificado 1 e 2.

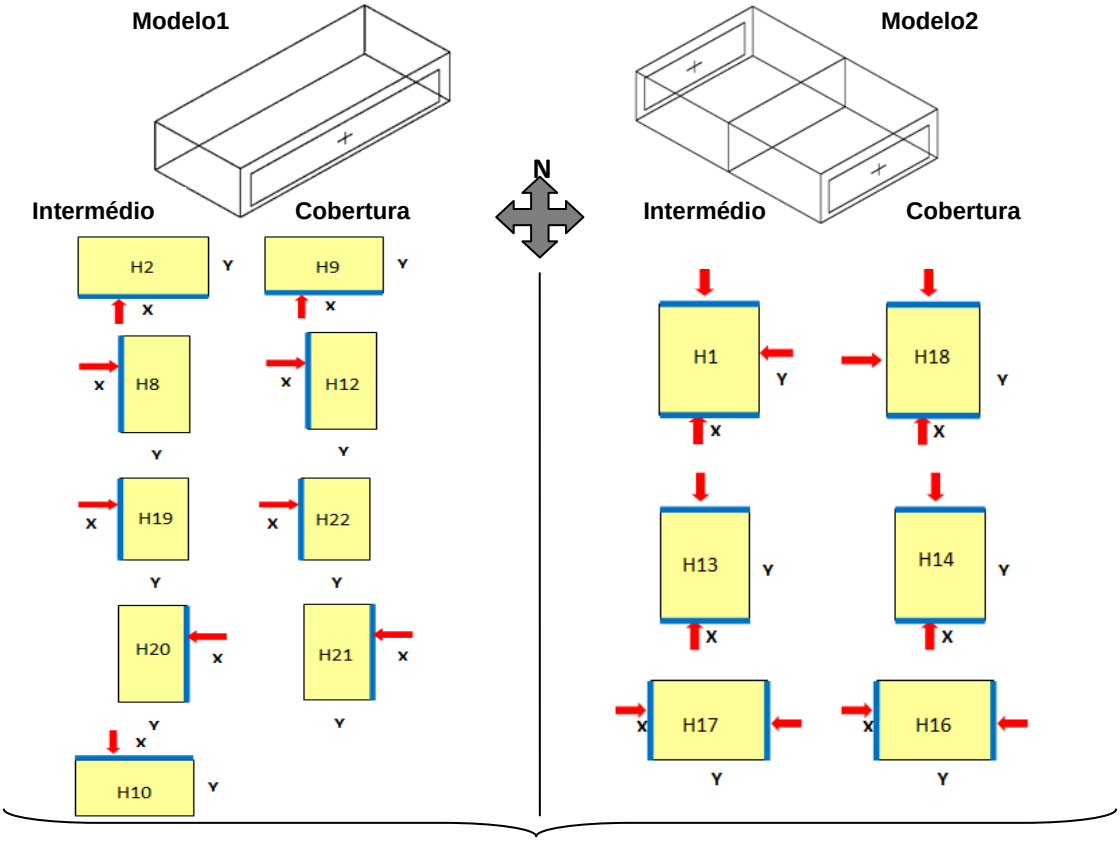
Apesar de em termos de áreas de pavimento e do pé direito médio serem constantes para os 2 modelos simplificados verificam-se no entanto particularidades ao nível de: área de envidraçado, tipo de vidro, largura das palas, distância do piso da fracção em relação a cota da rua, materiais da envolvente e a massa interna, ventilação, dispositivos de protecção e equipamentos (na estação de aquecimento). Assim, foram obtidos dois modelos simplificados, os quais reúnem as principais características da amostra inicial deste estudo; bem como permitem adequações a características específicas de determinadas opções construtivas e arquitectónicas.

3.5 Calibração 2 - Modelos Simplificados 1 e 2

3.5.1 Unidades da Amostra Seleccionadas para Verificação do Modelo 1 e do Modelo 2 - (Simulações e Calibração 2º Fase)

Na primeira fase do processo de calibração (Calibração-1, Modelos Detalhados), teve-se o cuidado em se introduzir no software de simulação térmica as informações obtidas relativamente as unidades habitacionais durante o período em que estas foram monitorizadas nas estações de Verão e de Inverno (Secção 3.3 Capítulo III). Após a primeira fase de calibração constatou-se a possibilidade de simplificar os modelos detalhados simulados. Praticamente todos os modelos simulados demonstraram similaridade de resultados com os modelos reais, entretanto para a realização desta segunda fase de calibração de modelos foram seleccionados somente aqueles que apresentaram resultados com uma grande aproximação com os modelos reais, sendo assim adoptado somente os modelos que possam permitir maior fiabilidade quanto aos resultados a serem obtidos; isto mantendo as características gerais do conjunto de unidades (amostra inicial), Figura 3.14.

Nesta fase do estudo (Calibração-2, Modelos Simplificados), os modelos simplificados foram submetidos a condições semelhantes aos dos modelos detalhados seleccionados para esta fase de calibração (ver modelos seleccionados Figura 3.14), de forma a permitir comparar os resultados entre modelos detalhados e modelos simplificados correspondentes. Para a construção dos Modelos Simplificados (mantendo as principais características dos modelos detalhados e reais correspondentes) teve-se em consideração também as características de cada unidade habitacional em questão, as condições em que estas foram monitorizadas durante o Verão e o Inverno (geometria, orientação, localização, soluções construtivas, padrão de utilização e ocupação, taxas de renovação por hora, equipamentos…); assim como também teve-se o cuidado de se adoptar no programa E+ os mesmos ficheiros climáticos utilizados para simular os modelos detalhados. (ficheiros climáticos com dados obtidos a partir das estações meteorológicas do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. - LNEG, Lisboa).



Obs: Portanto o conjunto acima abrange as principais características da amostra (fracções monitorizadas) em termos: tipológicos, orientação, localização no edifício, soluções construtivas, áreas de envidraçados e outros. Importantes para a verificação dos modelos simplificados 1 e 2 (como estão respondendo a diferentes condições).

Figura 3.14: Amostra (unidades) adoptada para o Processo de Calibração-2.

Para a realização deste processo de calibração-2, os resultados obtidos a partir das simulações com Modelos Simplificados foram comparados com os resultados obtidos a partir dos Modelos Detalhados (devidamente calibrados com dados obtidos ao longo das monitorizações), assim permitindo verificar se os modelos simplificados também são capazes de apresentar resultados/desempenho térmico semelhantes aos obtidos nos modelos detalhados e reais (Figura 3.15).

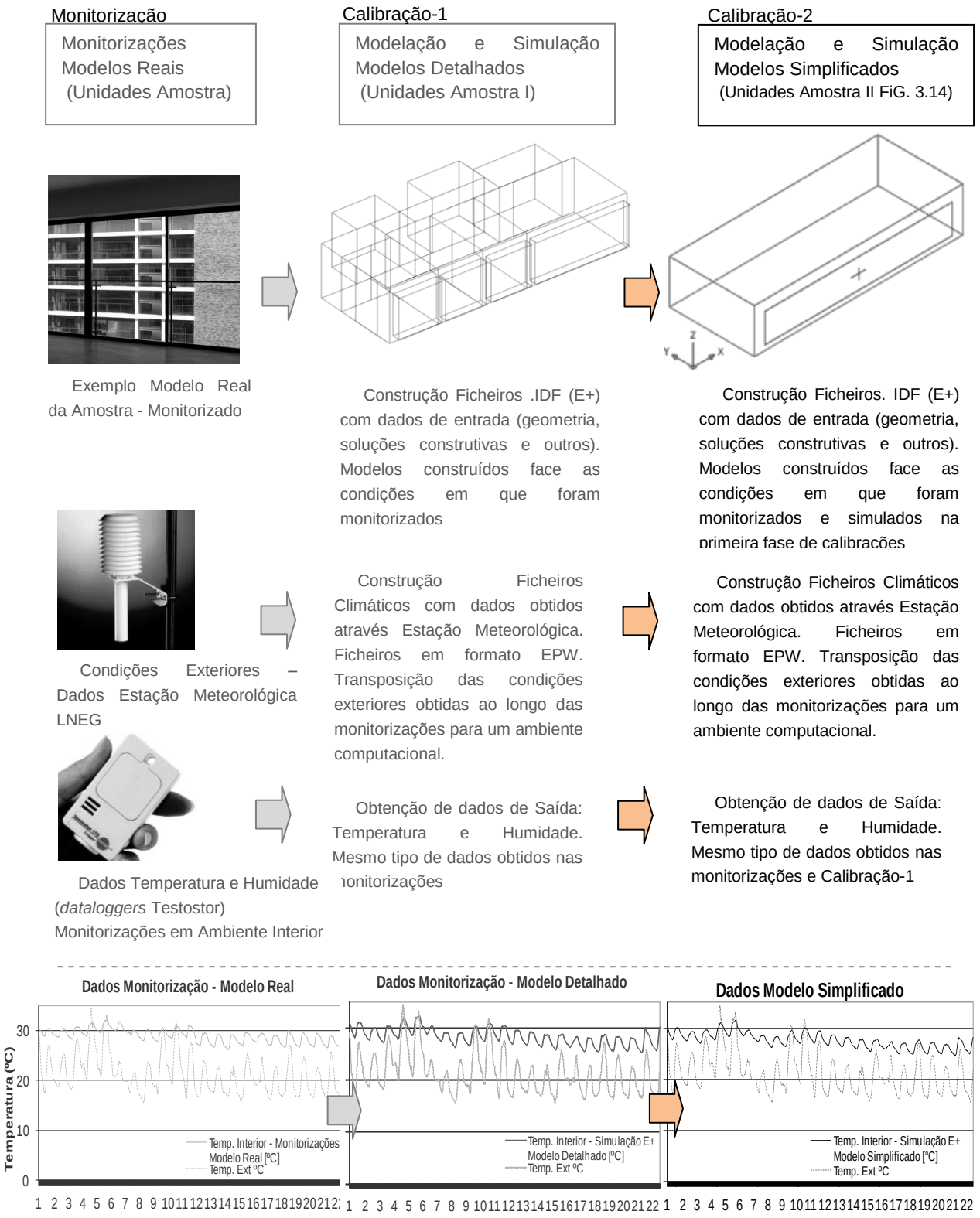


Figura 3.15: Esquema processo de calibração-2, comparação Modelos Simplificados com Modelos Detalhados.

A seguir um exemplo de comparações entre dados obtidos por simulação para um Modelo Simplificado e um Modelo Detalhado (situação de Verão e de Inverno), sendo ambos correspondentes a uma mesma fracção (escolhida aleatoriamente para servir de exemplo); Figura 3.16. Este género de comparação decorreu para as diferentes fracções da amostra seleccionada para esta fase de calibrações (ver Anexo 3.1, amostra calibrações-2), nas situações de Verão e de Inverno; correspondendo a segunda etapa de calibrações de modelos.

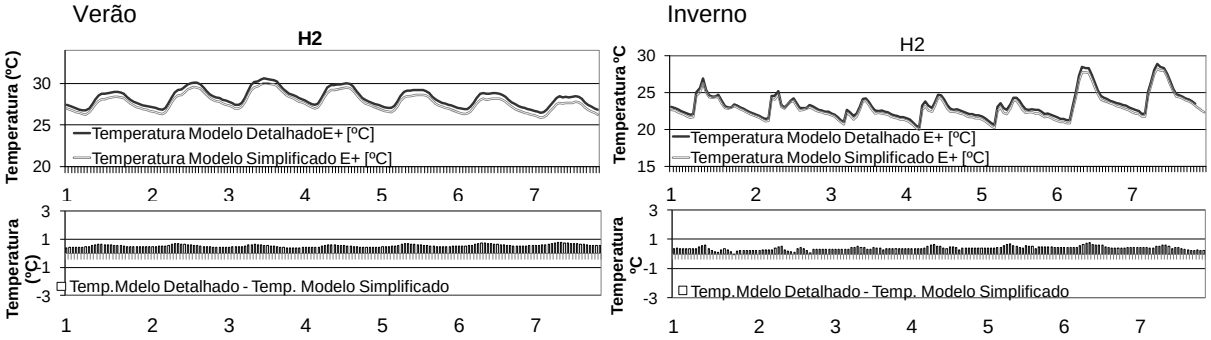


Figura 3.16 e 3.17: Gráficos exemplo comparação Modelos Simplificados com Modelos Detalhados, estação de Verão e de Inverno.

Nos primeiros gráficos da Figura 3.16 (Verão) e 3.17 (Inverno) encontram-se as curvas de temperatura interior para os modelos em questão (comparação resultados – modelo simplificado com modelo detalhado) para um período de sete dias; período este seleccionado sempre a partir de um período alargado (semelhante ao descrito no processo de calibração-1).

Nos gráficos localizados mais abaixo das Figuras 3.16 e 3.17 encontram-se em destaque a diferença entre as curvas de temperatura (Tsimul Detalhado – Tsimul Simplificado) ao longo do período de sete dias seleccionados.

Para as diversas unidades que participaram neste processo de calibração-2, foram gerados gráficos e figuras semelhantes a Figuras 3.16 e 3.17 acima; estando estes organizados no Anexo 3.1 e representados nas Figuras 3.18 a 3.22.

Nas Figuras 3.18, 3.19, 3.21 e 3.22 encontra-se de maneira sintetizada e directa os diversos resultados obtidos neste processo de calibração-2 para as diferentes unidades seleccionadas (para esta fase de calibração); na situação de Verão e de Inverno. Portanto a seguir será possível verificar através de um conjunto de gráficos se os modelos simplificados apresentaram de facto similaridade (em termos de comportamento térmico) aos respectivos modelos detalhados e reais.

Com relação aos gráficos que se seguem deve-se ter em conta que: ±0.5ºC é a margem de erro dada pelo fabricante dos dataloggers utilizados nas medições; que está enfatizado somente as calibrações que demonstraram maior similaridade entre as Curvas de Temperatura; os casos (unidades) apresentados abrangem as principais situações identificadas durante o processo de monitorização, de forma a continuar a manter as características principais da amostra inicial (das 23 Unidades seleccionadas inicialmente), como por exemplo o espectro de disposições solares e outros.

3.5.2 Verificação Desempenho Térmico Modelo 1 e 2 (Calibração-2, Modelo Simplificado com Modelo Detalhado)

A seguir é apresentado um conjunto de gráficos, os quais ilustram os resultados obtidos com os modelos simplificados e detalhados com uma única face exposta (Modelo 1) e sequência com duas faces expostas opostas (Modelo 2), tanto na estação quente como na estação fria; de forma a se poder verificar e comparar resultados; bem como observar o grau de aproximação entre estes.

Modelo 1

Como se pode observar, através do conjunto de gráficos apresentado, os resultados obtidos nos modelos simplificados foram muito próximos aos obtidos através dos modelos detalhados correspondentes; este grau de aproximação entre resultados pode ser verificado de forma mais directa nos gráficos que se seguem.

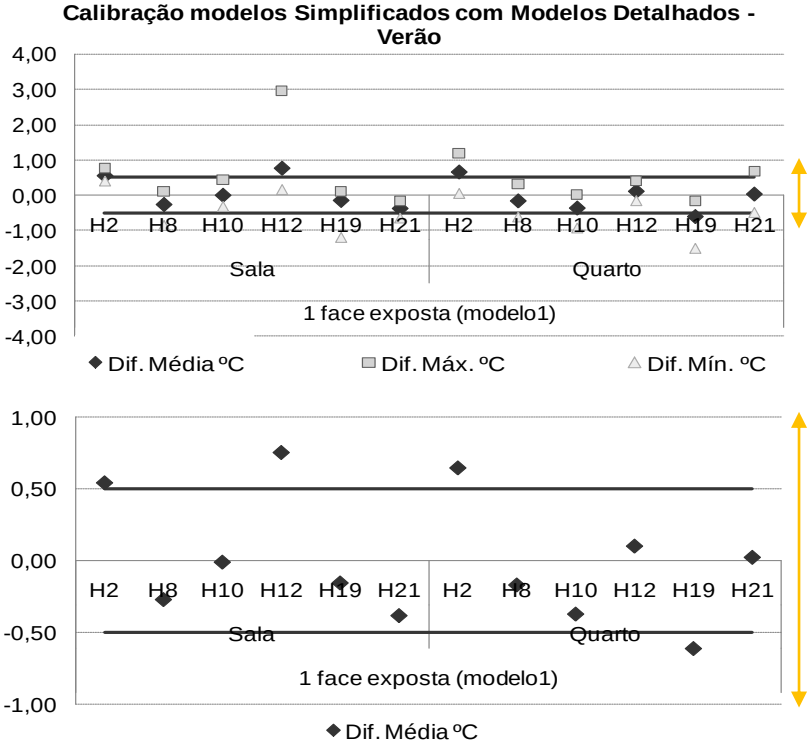


Figura 3.18: Gráficos Calibração-2 Modelos 1 face exposta, resultados Verão.

Nota-se nos gráficos ao lado (Modelo-1, Verão) que para a maior parte das soluções, a diferença entre resultados conseguidos a partir da comparação dos modelos simplificados com os modelos detalhados, não excederam os ±0,70°C (diferença média entre curvas de temperatura). Deve-se considerar ainda que tanto os valores de diferença máxima como mínima, para a maior parte das soluções, não distanciaram dos valores de diferença média obtidos.

Para o conjunto de unidades demonstradas na Figura 3.17, a diferença média entre os valores de temperatura obtidos durante as simulações modelos detalhados e os obtidos através de simulações de modelos simplificados, foi de 0,01°C.

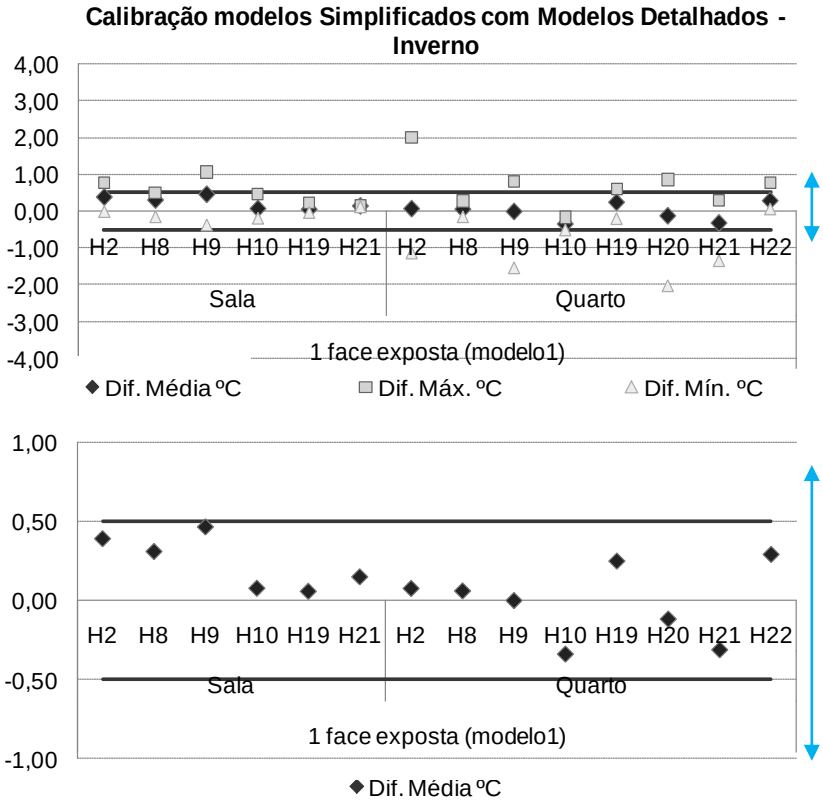


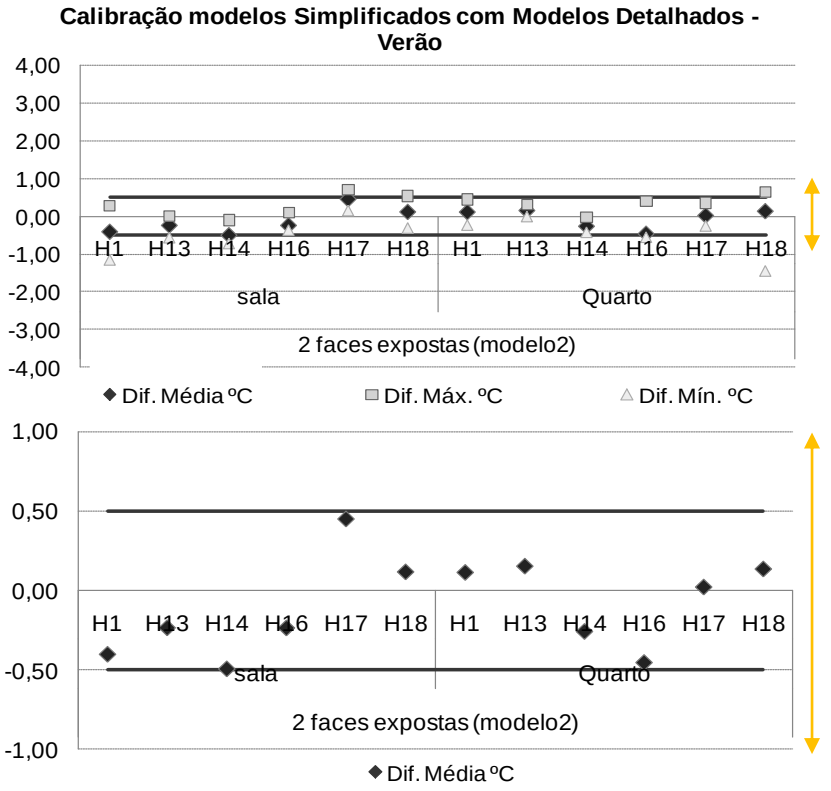
Figura 3.19: Gráficos Calibração-2 Modelos 1 face exposta, resultados Inverno.

Nota-se nos gráficos ao lado (Modelo-1, Inverno) que para a maior parte das soluções, a diferença entre resultados conseguidos a partir da comparação dos modelos simplificados com os modelos detalhados, não excederam os ±0,45°C (diferença média entre curvas de temperatura). Deve-se considerar ainda que tanto os valores de diferença máxima como mínima, para a maior parte das soluções, não distanciaram dos valores de diferença média obtidos.

Para o conjunto de unidades demonstradas na Figura 3.18, a diferença média entre os valores de temperatura obtidos durante as simulações modelos detalhados e os obtidos através de simulações de modelos simplificados, foi de 0,10°C.

Modelo 2

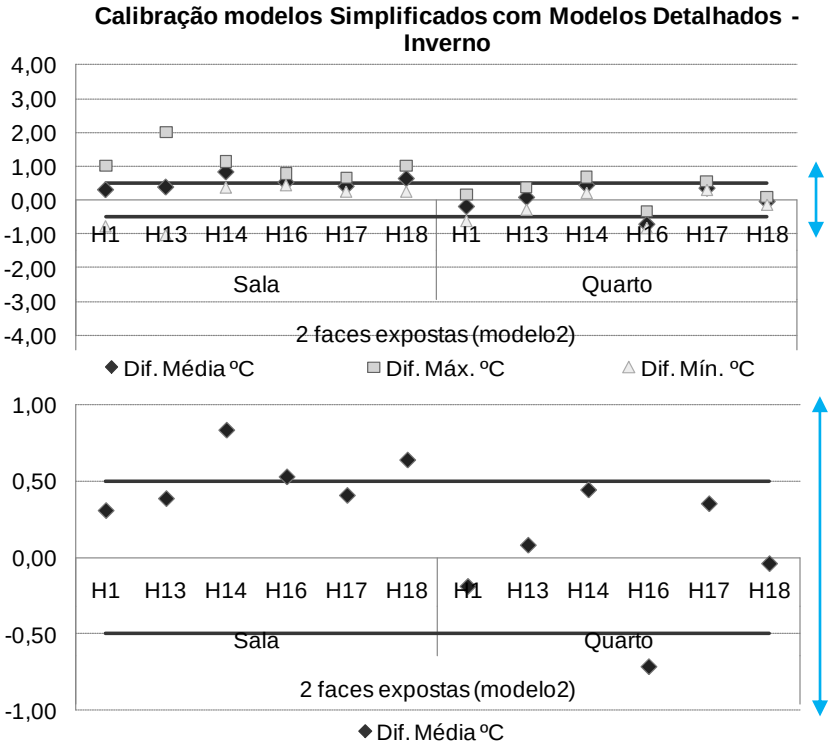
Como se pode observar, através do conjunto de gráficos apresentado, os resultados obtidos pelos modelos simplificados foram muito próximos aos obtidos pelos modelos detalhados correspondentes; este grau de aproximação entre resultados pode ser verificado de forma mais directa nos gráficos que se seguem.



Nota-se nos gráficos ao lado (Modelo-2, Verão) que para a maior parte das soluções, a diferença entre resultados conseguidos a partir da comparação dos modelos simplificados com os modelos detalhados, não excederam os ±0,50°C (diferença média entre curvas de temperatura). Deve-se considerar ainda que tanto os valores de diferença máxima como mínima, para a maior parte das soluções, não distanciaram dos valores de diferença média obtidos.

Para o conjunto de unidades demonstradas na Figura 3.19, a diferença média entre os valores de temperatura obtidos durante as simulações modelos detalhados e os obtidos através de simulações de modelos simplificados, foi de -0,09°C.

Figura 3.20: Gráficos Calibração-2 Modelos com 2 faces expostas, resultados Verão.



Nota-se nos gráficos ao lado (Modelo-2, Inverno) que para a maior parte das soluções, a diferença entre resultados conseguidos a partir da comparação dos modelos simplificados com os modelos detalhados, não excederam os ±0,50°C (diferença média entre curvas de temperatura). Deve-se considerar ainda que tanto os valores de diferença máxima como mínima, para a maior parte das soluções, não distanciaram dos valores de diferença média obtidos.

Para o conjunto de unidades demonstradas na Figura 3.20, a diferença média entre os valores de temperatura obtidos durante as simulações modelos detalhados e os obtidos através de simulações de modelos simplificados, foi de 0,25°C.

Figura 3.21: Gráficos Calibração-2 Modelos com 2 faces expostas, resultados Inverno.

3.5.3 Análise Calibração-2:

Desta forma, pode-se verificar neste processo de Calibração-2 que, tanto o Modelo Simplificado 1 (uma face exposta) como o Modelo Simplificado 2 (2 faces expostas), construídos no software de simulação térmica EnergyPlus (E+), responderam de maneira muito próxima/semelhante aos respectivos modelos detalhados (modelos detalhados calibrados a semelhança dos modelos reais); isto dentro de uma margem de diferença entre valores de temperatura obtidos que não ultrapassaram os ±0,70 ºC (diferença média) para a maior parte destes quando submetidos as condições de Inverno e de Verão.

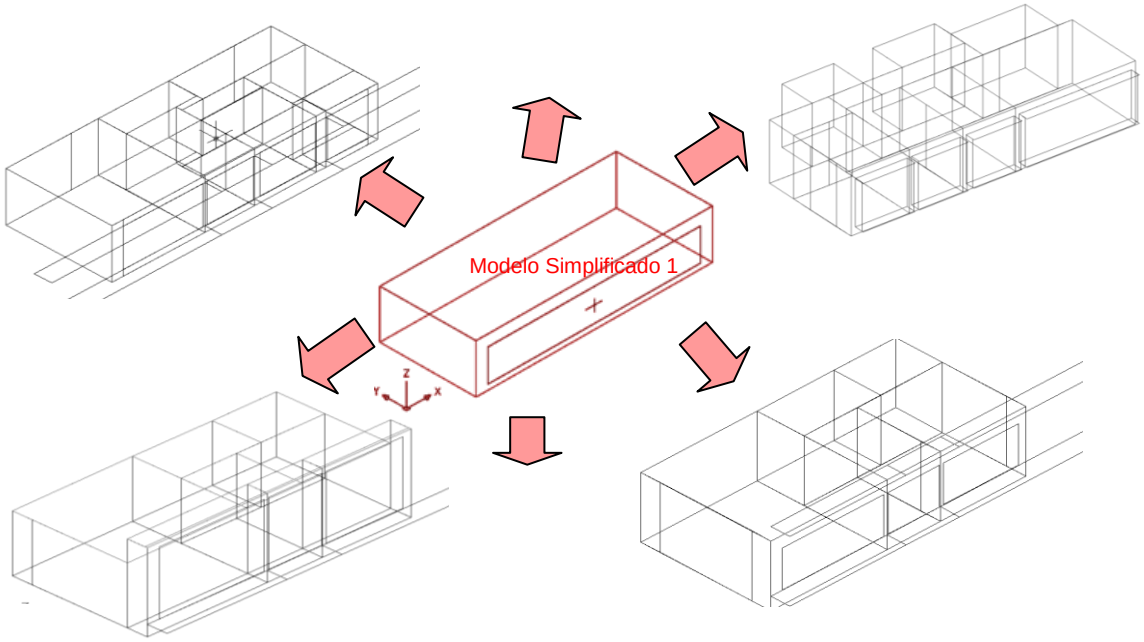


Figura 3.22: Esquema Calibração-2 com Modelo Simplificado 1.

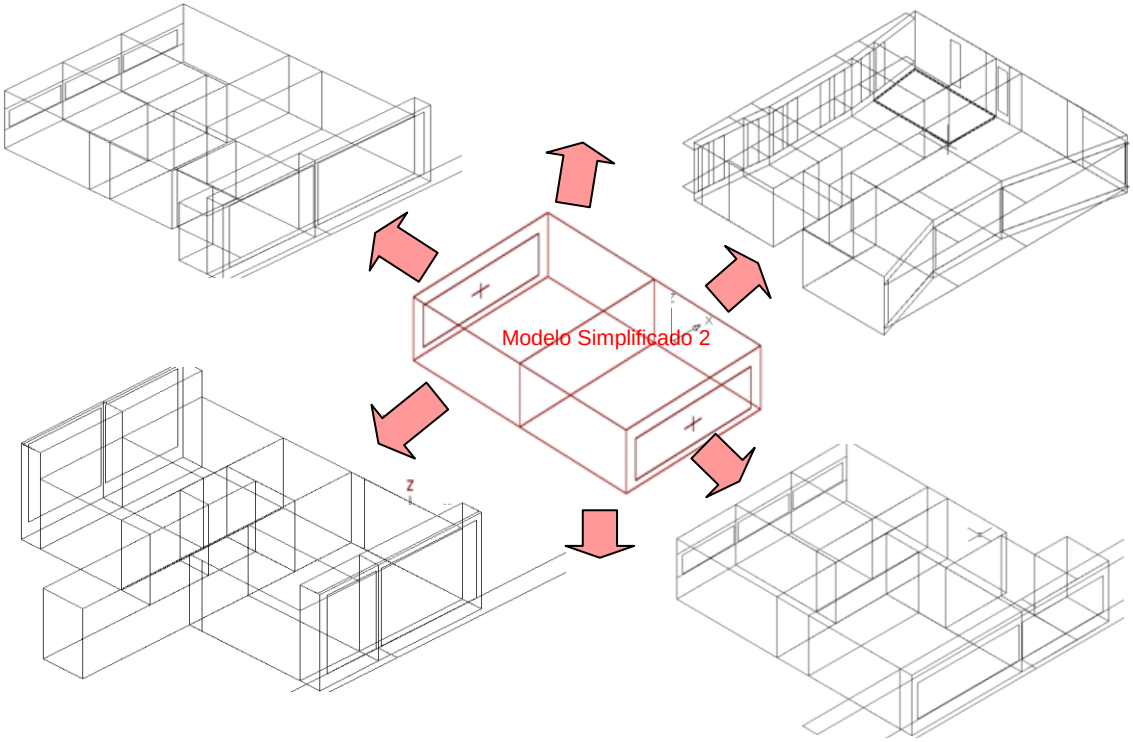


Figura 3.23: Esquema Calibração-2 com Modelo Simplificado 2.

3.6 Calibração 3 – Modelos Simplificados 1 e 2

Nesta Secção 3.6 leva-se a cabo a verificação do desempenho Térmico do Modelo 1 e do Modelo 2 mediante a alteração de diferentes parâmetros

Para tal foi seleccionado um Modelo Detalhado da amostra para representar e ser comparado com o Modelo Simplificado 1 e outro para ser comparado com o Modelo Simplificado 2. Os modelos Detalhados adoptados são aqueles que ao longo processo de calibração (1ª Fase e 2ª Fase) apresentaram maior grau de fiabilidade, sendo estes: H2 correspondentes ao Modelo Detalhado e Simplificado 1 e, H13 correspondendo ao modelo Detalhado e Simplificado 2.

Figura 3.24 e 3.25: Modelos e Fracções adoptados na fase de Calibração-3.

Após a verificação comparativa da evolução dos valores da temperatura interior entre os dois modelos (simplificado e detalhado) num determinado período foram efectuados um conjunto de variações paramétricas em ambos os modelos de forma a avaliar a resposta dos modelos. As variações incidiram:

- Taxas de renovação de ar por hora (Rph) em h^{-1}: 0,5 ([1]*); 1; 3; ventilação nocturna (0 h – 9 h), ventilação diurna (9 h – 19 h);

- Dimensões das palas horizontais (largura): 2 m; 1,5 m; 1,1 m; 0,6 m; 0,05 m (pala praticamente inexistente)

- Portada interior: 50% do envidraçado com portada (com e sem isolamento); 100% do envidraçado com portada (com e sem isolamento)

- Estores Exteriores: sem estores e com estores accionados para diferentes horários (9 h -13 h; 13 h – 19 h; 9h – 19 h; 0h - 9 h horas diárias)

- Tipo de vidro: vidros duplos, tendo somente variado o tipo de vidro da lâmina exterior, enquanto a segunda lâmina de vidro correspondeu sempre a um vidro incolor de 6mm. A espessura da primeira lâmina apresenta também 6mm de espessura, para as seguintes situações, identificadas de acordo coma nomenclatura utilizada pela *Saint Gobain Glass* (SGG) *[209]* por vidros de controlo solar, desta forma englobando vidros incolores (*Planilux* -SGG), coloridos (*Parsol* – SGG), reflectantes (*Antelio* – SGG) e de baixa emissividade (*Planistar* – SGG).

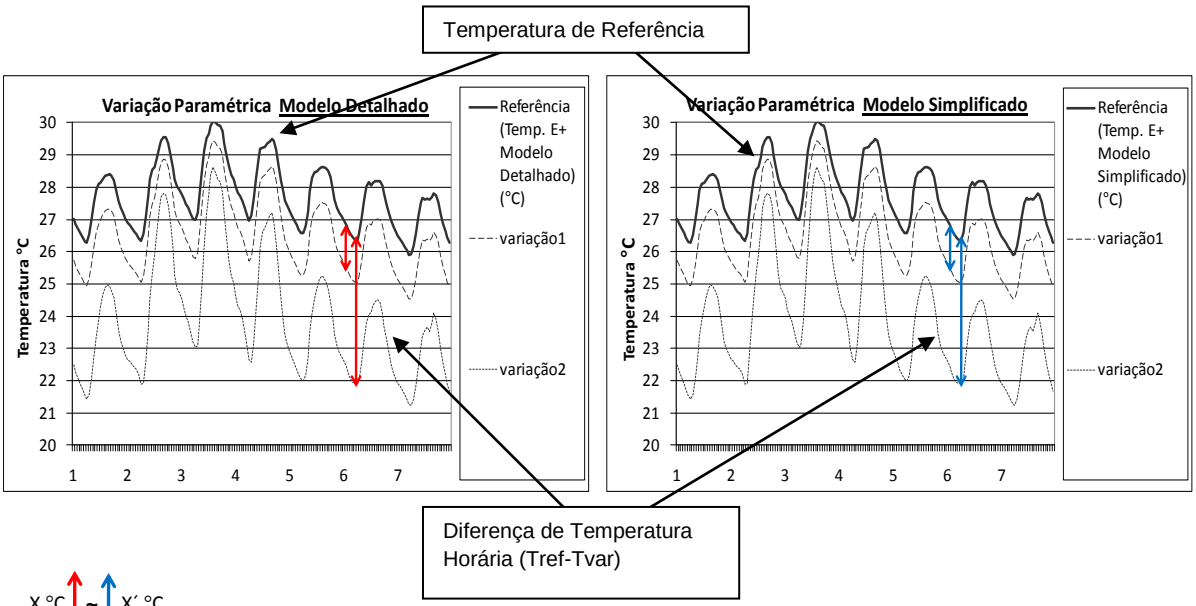
- Espessura do isolamento térmico: esta variação paramétrica incidiu nas seguintes espessuras: 0,0001m (praticamente inexistente), 0,02 m; 0,04 m; 0,06 m; 0,08 m, 0,1 m 0,12 m; e 0,2 m. Admitiu-se para cada variação que a espessura do isolamento térmico sempre adoptada foi a mesma para os diferentes elementos construtivos (paredes exteriores, cobertura exterior e pavimento exterior quando presentes). A variação da espessura do isolamento térmico decorreu nos mesmos locais onde já existia isolamento nos modelos iniciais. Observação: no caso de H2 e H13, localizados em andar intermédio, esta variação somente incidiu onde inicialmente as paredes exteriores estavam isoladas

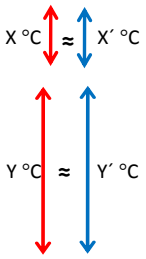
- Tipo Material Parede Exterior: simulados diferentes tipos de paredes simples, pois a solução original presente no modelo real corresponde também a uma parede simples (P.S.): 40-60 cm de granito; 20 cm betão normal e armado, 20 cm betão leve; 20 cm pano de alvenaria simples de Tijolo Cerâmico furado; 20 cm pano de alvenaria simples de bloco de betão normal, 20 cm de pano de alvenaria simples de bloco de betão leve. As soluções construtivas foram caracterizadas termicamente com base na Publicação do LNEC- ITE50 *[205]*, *Pina dos Santos* (2006).

---

[1]* *Apesar de o RCCTE estipular que, para ser garantida a qualidade do ar interior, a taxa de renovação de ar não deverá ser inferior a 0,6 Rph, utilizou-se o valor de 0,5 Rph por ter sido identificado na Fase de Calibração-1, com base nos resultados das monitorizações.* [2] *No Inverno as variações paramétricas diferem das de Verão (taxa de renovação de ar, da activação das portadas interiores e outros).*

Desta forma, tanto no modelo detalhado como no modelo simplificado foram exaustivamente efectuadas as variações anteriormente citadas, por forma a permitir estabelecer uma análise comparativa entre ambos e verificar se o modelo simplificado (seja modelo1 ou o 2) responde de facto às variações paramétricas de forma análoga à do modelo detalhado. As variações efectuadas nos modelos envolvidos nesta fase de Calibração-3 podem ser verificadas no conteúdo do Anexo 3.1, entretanto na figura seguinte exemplifica-se a sistematização da análise da fase de Calibração-3.





Tref-Tvar (modelo detalhado) tem que ser da mesma ordem de grandeza que Tref-Tvar (modelo simplificado), nesta condição pode-se considerar que o modelo simplificado responde as diferentes variações como o detalhado. Para tal foram obtidas diferenças horárias entre as curvas de temperatura, depois médias diárias das diferenças entre curvas de temperatura e por fim diferença média de temperatura considerando um conjunto de sete dias.

Figura 3.26: Exemplo de como foram desenvolvidas as comparações entre os Modelos Detalhados e Simplificados quando submetidos a variações paramétricas.

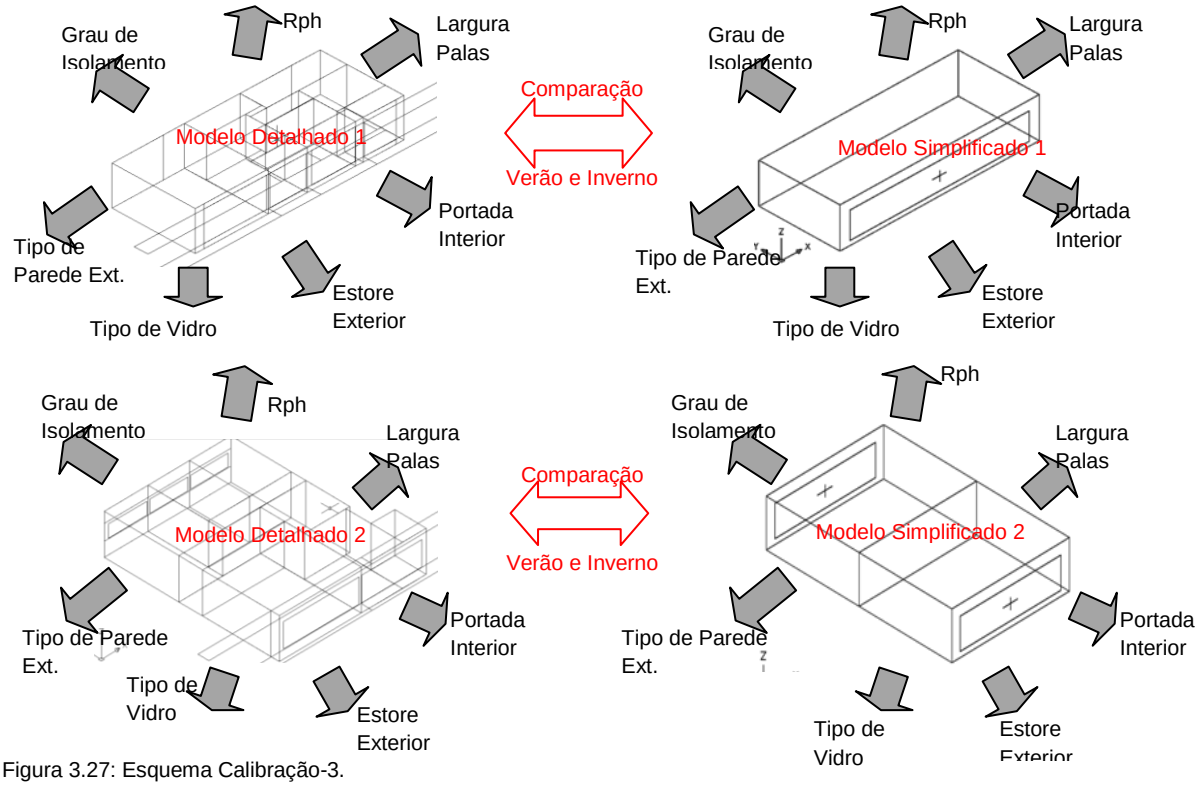


Figura 3.27: Esquema Calibração-3.

Para sistematizar o desempenho térmico tanto do modelo detalhado adoptado como do modelo simplificado (1 e 2) quando submetidos às mesmas variações paramétricas (Verão e Inverno) foram elaborados os gráficos das Figuras 3.30 a 3.35. Estes permitem uma rápida apreciação e comparação dos resultados obtidos nesta fase de calibração (Calibração-3) com a possibilidade de verificar a capacidade dos modelos simplificados responderem a semelhança dos modelos detalhados quando submetidos às variações estabelecidas para este processo.

Nestas figuras, em termos genéricos pode-se referir que os valores de base (valores nulos) do primeiro gráfico correspondem, antes de qualquer variação paramétrica, aos resultados dos modelos detalhado e simplificado correspondente sendo estas soluções denominadas, neste estudo, como soluções de referência. Desta forma, ao se efectuar uma determinada alteração em uma determinada variável, isto produzirá um efeito sobre as condições interiores de temperatura nas soluções de referência; sendo que tanto as barras azuis (modelo detalhado) como as barras verdes (modelo simplificado) indicam os valores correspondentes à diferença de temperatura (em média) obtida entre o(s) modelo(s) de referência e as soluções com diferentes variações paramétricas(Tref-Tvar).

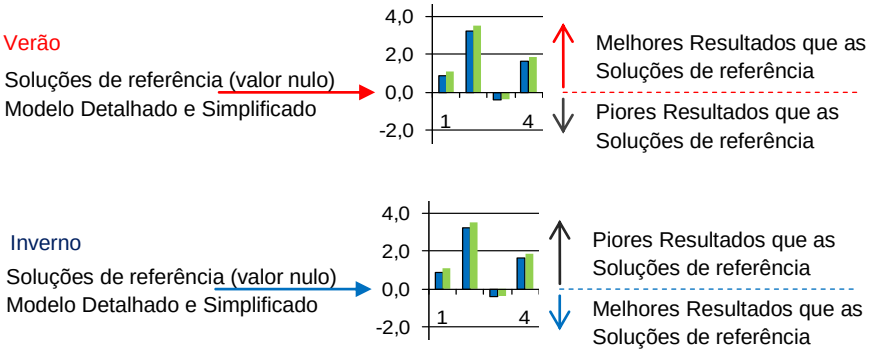


Figura 3.28: Exemplo Interpretação dos gráficos Resumo do Desempenho e Comparações entre os Modelos Detalhados e Simplificados.

Os valores nestes gráficos quando positivos significam que ao efectuar determinada variação paramétrica (sobre os modelos de referência), os valores de temperatura interior passam a ser inferiores aos obtidos nos modelos de referência (correspondendo a variações que conduzem a melhores resultados de desempenho térmico na Estação de Arrefecimento – Verão). Entretanto, quando os valores nos referidos gráficos são negativos, significa que ao efectuar determinada variação paramétrica (sobre os modelos de referência), os valores de temperatura interior passam a ser superiores aos obtidos nos modelos de referência (correspondendo a variações que conduzem a melhores resultados na Estação de Aquecimento - Inverno).

Ainda neste gráfico pode-se observar se os modelos de referência (ambos modelos – detalhado e simplificado) responderam em termos térmicos de forma semelhante às diferentes variações paramétricas efectuadas; sendo que para os modelos de referência em questão, tanto na situação de Verão como de Inverno, foram efectuadas cerca de 35-40 variações paramétricas (numeradas e descriminadas na parte inferior de cada uma destas figuras – legenda). Assim como também pode-se quantificar e observar as soluções (dentro do conjunto de 35-40 soluções) que mais influenciam o comportamento térmico ainda que na prossecução deste trabalho se leva a cabo uma parametrização alargada.

No segundo gráfico de cada uma destas figuras, encontram-se ampliados os valores correspondentes às diferenças entre a média da temperatura interior no modelo detalhado e a média da temperatura interior no modelo simplificado, quando, ambos submetidos a uma determinada variação paramétrica, procurando evidenciar até que ponto ambos os modelos responderam a cada parametrização.

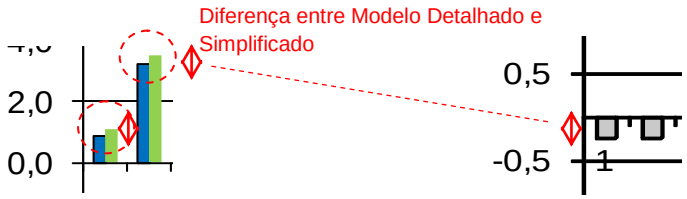
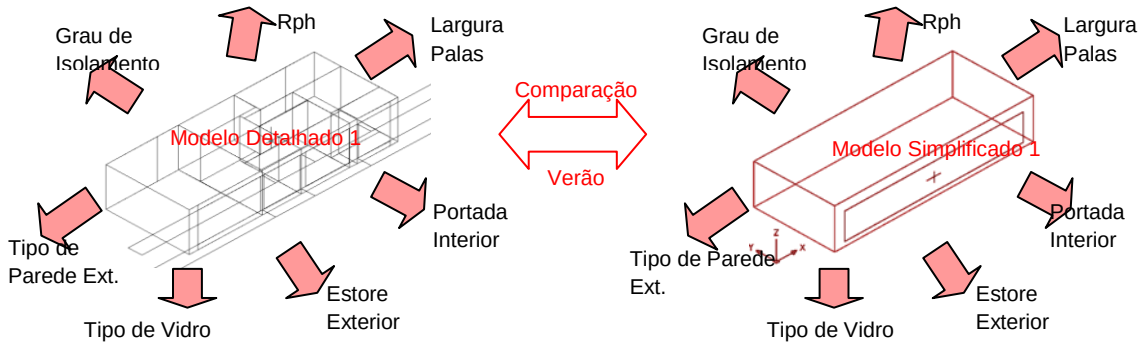
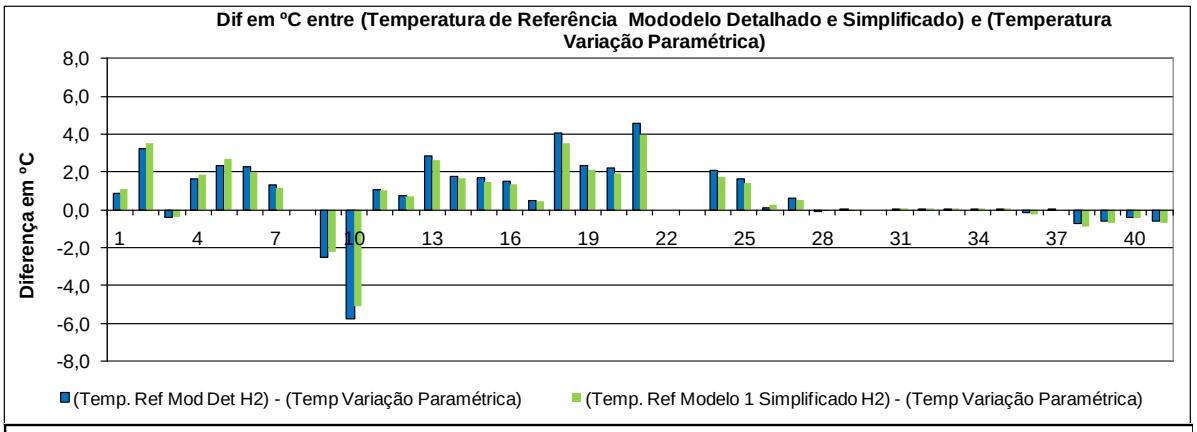


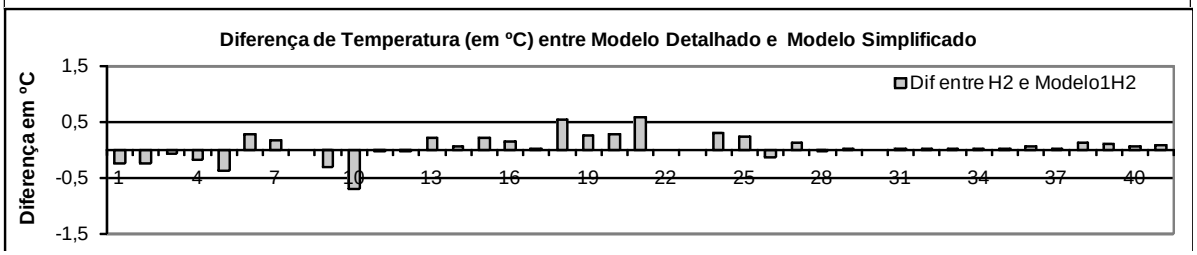
Figura 3.29: Exemplo de Interpretação e Observação da Diferença Média da Temperatura Interior entre o Modelo Detalhado e Simplificado nos gráficos Resumo.

3.6.1 Calibração 3 - Modelo 1 na Estação de Arrefecimento (Verão)



De seguida apresentam-se os resultados obtidos para o modelo Detalhado e Simplificado 1 na Estação de Arrefecimento: todos os ambientes (modelo detalhado) e zona (modelo simplificado) orientados a Sul.





1-5 Infiltração	6-10 palas	11-14 portadas	15-22 estore	23-27 tipo de vidro	28-35 esp isol	36-41 parede exterior
Rph=1	Pala=2	50% Portada com isol	fechado (13h-19h)	Incolor	isol de 0.0001m	Granito Parede 40-60cm
Rph=3	Pala=1,5	50% Portada sem isol	fechado (15h-19h e 2	Colorido Massa	isol de 0.02	Betao Normal e Armado - 20cm
Rph=0.5	Pala=1,1	100% Portada com isol	fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.04	Betao Leve - 20cm
Rph=ventilDia	Pala=0,6	100% Portada sem iso	fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.06	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
Rph=ventilNoite	Pala=0,05		fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.08	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
			fechado (9h-13h)		isol de 0.1	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
			fechado sempre		isol de 0.12	
			aberto sempre		isol de 0.2	

Figura 3.30: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 1 e Modelos Detalhados com 1 face exposta, na Estação de Arrefecimento.

<u>Análise Variações Paramétricas – Modelo1 Verão:</u>

Através das variações paramétricas efectuadas sobre os Modelos Detalhado e Simplificado 1 na situação de Verão (gráficos comparativos de desempenho entre os modelos em questão no Anexo 3.1), foi possível notar:

- A importância da ventilação natural em modelos semelhantes a este, pois verificou-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 5°C no período nocturno e de 3,5°C no período diurno. Os melhores resultados foram obtidos para as maiores taxas de ventilação adoptadas; sendo que as curvas de temperatura relativas a ventilação nocturna apresentaram melhores resultados. Relativamente às condições interiores durante o período diurno o aumento da taxa de ventilação nem sempre demonstrou conduzir a valores mais elevados de

temperatura do ar interior, pode também, dependente das condições climáticas exteriores, dar origem a uma diminuição das temperaturas no interior. Porém, em dias de céu limpo e temperaturas exteriores elevadas é estrategicamente mais benéfico manter as janelas fechadas (menor promoção da ventilação natural durante o dia).

- Relativamente à largura das palas horizontais, para as dimensões anteriormente especificadas, resultados podem, no período diurno (período de maior exposição à radiação solar), originar grandes diferenças nos valores da temperatura interior, sendo de 5°C com palas entre 0,60 m e 2,00 m. Podendo este ser um elemento decisivo nas condições interiores de temperatura de unidades habitacionais como esta, pois verifica-se através destes gráficos que quando com palas de menor dimensão, as temperaturas para a unidade adoptada como exemplo estiveram acima dos 30°C; enquanto com palas superiores a 1,1m de largura obtiveram-se temperaturas inferiores a 27°C. Uma pala horizontal a Sul revela-se uma opção arquitectónica com particular relevância no estabelecimento de condições de conforto térmico no Verão.

- As variações paramétricas ao nível dos estores exteriores (sem estore até à situação de estore 100% accionado durante 24horas diárias), demonstraram diferenças de 5°C. Os melhores resultados foram obtidos com o estore accionado, para as diferentes estratégias adoptadas, sempre durante o período diurno. A ausência de estores pode conduzir a situações de sobreaquecimento ou quando accionado somente no período nocturno (esta última situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto).

- Nas variações relativas às portadas interiores (sem portada, portada 100% accionado 24horas, sem e com isolamento térmico de 20 mm de espessura), verificou-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 3°C. Os resultados mais favoráveis foram obtidos com portada accionada a 100% durante as 24 horas do dia, e com aplicação de material isolante, enquanto os valores mais elevados da temperatura (menos favoráveis) foram obtidos na ausência deste dispositivo ou quando é accionado somente a 50% e sem material isolante agregado, registando-se uma diferença de temperatura de aproximadamente 1°C.

- Na análise que incidiu ao nível do tipo de vidro das janelas (vidro duplo incolor e outros vidros duplos anteriormente descritos), verificou-se uma diferença nos valores de temperatura interior até 2°C. Relativamente aos tipos de materiais das paredes exteriores (granito, betão e alvenaria), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 1°C.

- Nas variações efectuadas nos modelos, relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior praticamente não se verificam diferenças nos valores horários da temperatura do ar interior. Esta situação deve-se ao facto de a unidade adoptada como exemplo encontrar-se em andar intermédio (sem cobertura e pavimento exteriores); e aproximadamente 80% da fachada em contacto com o exterior é envidraçada; portanto a área de elementos opacos é comparativamente reduzida relativamente à área envidraçada. Para valores percentuais menores de área de janela em função da área de fachada o aumento da espessura do isolamento térmico iria ser mais evidente. Porém, importa acentuar que o aumento do grau de isolamento (espessura material isolante) em unidades/edifícios com características semelhantes ao do caso de estudo poderá não resultar em melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico.

Desta forma, para os modelos em questão, verifica-se a importância da ventilação natural, bem como a importância da presença de dispositivos de protecção solar junto aos envidraçados; para a obtenção de um melhor comportamento térmico em unidades habitacionais com características semelhantes à adoptada para este estudo.

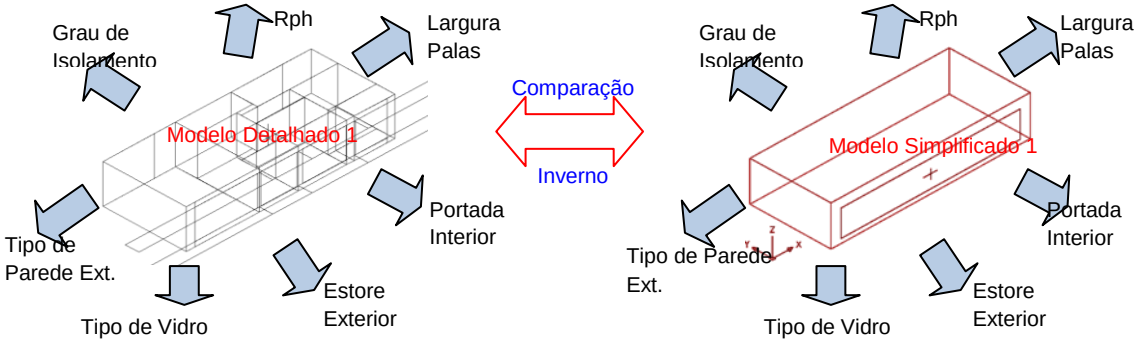
<u>Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 1 (Verão):</u>

Desta forma nos gráficos da Figura 3.30, verifica-se através da comparação entre resultados que tanto o Modelo Detalhado como o Simplificado são capazes de responder de forma semelhante quando submetidos às mesmas variações paramétricas (Calibração-3). Nota-se de facto também a importância da ventilação natural, bem como a importância da presença de dispositivos de protecção solar junto aos envidraçados (variações paramétricas numeradas de 1-22, pois proporcionaram alterações nas condições interiores de temperatura nos modelos de referência até 8°C).

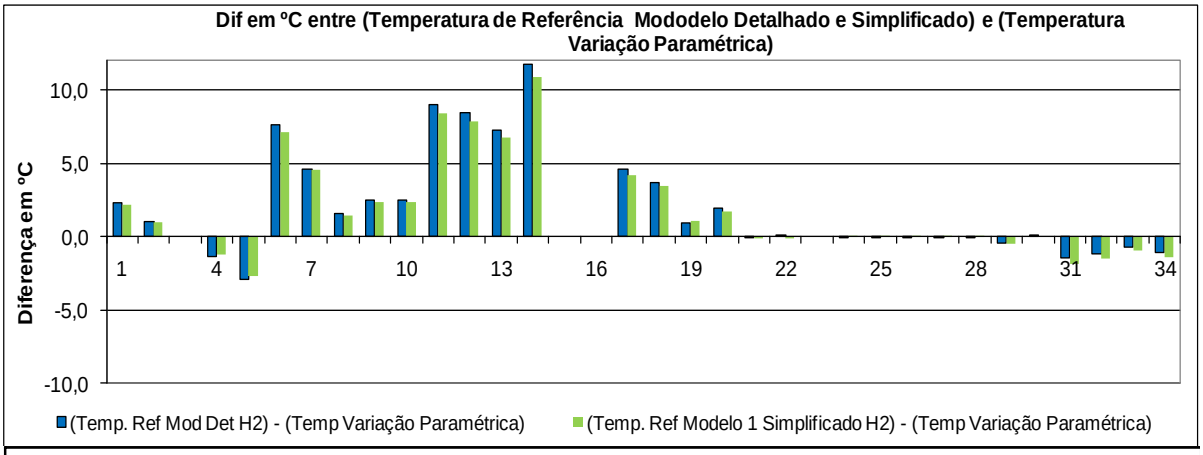
Ao se considerar o conjunto de soluções apresentado nesta secção, verifica-se que entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica, a diferença de temperatura interior entre ambos foi de aproximadamente +0,1°C (na maior parte dos casos). A maior diferença

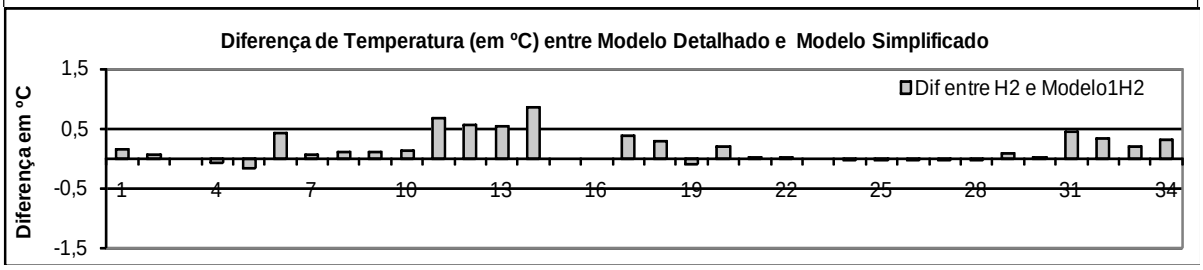
(média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,54°C e -0,65°C. O processo de calibração (calibração-3) evidencia a capacidade do modelo simplificado (Modelo-1) responder de forma análoga à do modelo detalhado correspondente quando submetido a diferentes variações paramétricas (estação quente), apresentando uma diferença inferior a 1ºC entre resultados em termos da de temperatura interior.

3.6.2 Calibração 3 - Modelo 1 na Estação de Aquecimento (Inverno)



A seguir apresentam-se os resultados obtidos para o modelo Detalhado e Simplificado 1 na Estação de Aquecimento: todos os ambientes (modelo detalhado) e zona (modelo simplificado) orientados a Sul.





1-5 palas	6-7 portadas	8-15 estore	16-20 tipo de vidro	21-28 esp isol	29-34 parede exterior
Pala=2	100% Portada com iso	fechado (13h-19h)	Incolor	isol de 0.0001m	Granito Parede 40-60cm
Pala=1,5	100% Portada sem iso	fechado (15h-19h e 24h-9h)	Colorido Massa	isol de 0.02	Betao Normal e Armado - 20cm
Pala=1,1		fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.04	Betao Leve - 20cm
Pala=0,6		fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.06	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
Pala=0,05		fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.08	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
		fechado (9h-13h)		isol de 0.1	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
		fechado sempre		isol de 0.12	
		aberto sempre		isol de 0.2	

Figura 3.31: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 1 e Modelos Detalhados com 1 face exposta, na Estação de Aquecimento.

Análise Variações Paramétricas – Modelo1 Inverno:

As variações efectuadas nos modelos, relativamente às taxas de ventilação natural na estação de aquecimento, evidenciaram a influência expectável da infiltração nas condições interiores em unidades habitacionais semelhantes. A redução da taxa de renovação do ar, no Inverno, conduziu a valores mais elevados da temperatura do ar interior que ascendem a 4,5°C, uma vez que menores taxas minimizam as perdas de calor

Relativamente a largura das palas horizontais (palas até 2m de largura), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 6°C, principalmente no período diurno (período de maior exposição à radiação solar). Sendo que nesta estação do ano, os melhores resultados foram obtidos para as soluções que apresentam palas horizontais de menores dimensões (largura). Uma pala sobreposta a um vão envidraçado pode, pois ser um elemento decisivo no estabelecimento das condições interiores de temperatura de unidades habitacionais similares, podendo ser determinante no estabelecimento de potenciais situações de desconforto térmico. Importa, no entanto referir que, em climas como o de Portugal, com estações de aquecimento e de arrefecimento bem definidas, um adequado dimensionamento deste elemento arquitectónico de sombreamento deverá ser feito por forma a optimizar as condições interiores em ambos os períodos do ano.

No que diz respeito o recurso a estores exteriores para as diferentes variações paramétricas, verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior que atingem valores de 14°C. De forma inversa ao que foi observado ao longo de estação quente; na estação fria os piores resultados foram obtidos com o estore accionado durante o dia ou com estore accionado 100% durante as 24 horas; enquanto os melhores resultados (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidas na ausência deste dispositivo e quando este accionado somente no período nocturno (esta última situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto). No Inverno, importa captar os ganhos solares através dos vãos envidraçados potenciando um aumento nos valores da temperatura do ar interior. Um simples janela, desde que bem dimensionada e orientada (quadrante sul) é designada, em termos de sistemas solares passivos, por sistema de ganho directo.

Quanto as variações efectuadas nos modelos relativamente às portadas interiores, constatou-se uma diferença nos valores de temperatura interior que, nesta situação, atingiu 10°C. A evolução da temperatura do ar interior, permite concluir que os menores valores correspondem à portada accionada a 100% durante 24 horas, e principalmente quando com a presença de material isolante. Os resultados mais favoráveis (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidos na ausência deste dispositivo.

As variações paramétricas nos dois modelos em termos do tipo de vidro: vidros duplos, permitem observar uma diferença entre os resultados de temperatura interior até 4°C. Tendo em conta as diferentes soluções de vidro parametrizadas, os resultados mais favoráveis (em termos de temperatura interior e desempenho térmico – situação de Inverno) foram obtidos com vidro duplo incolor e o vidro duplo baixa emissividade.

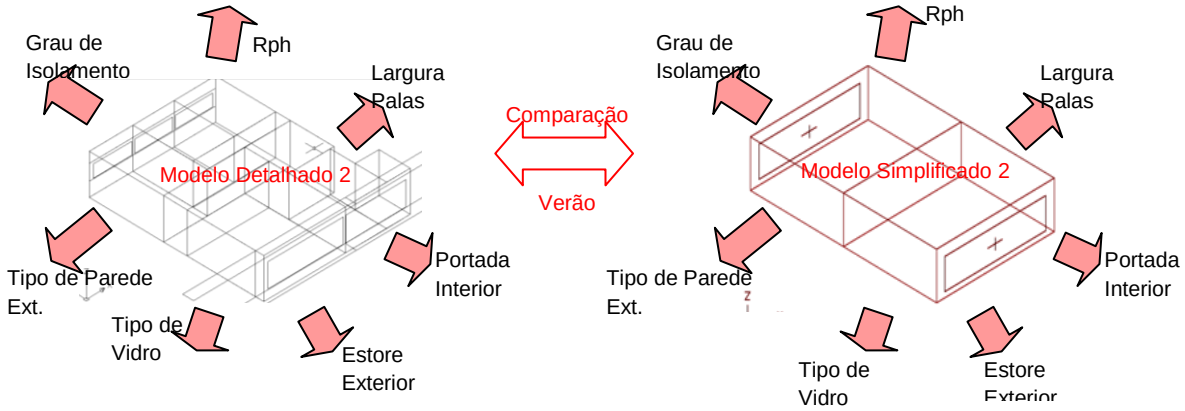
No Inverno, a aplicação de diferentes tipos de materiais de parede: traduziram-se em diferenças nos resultados de temperatura interior até 2°C, variação esta que põe em evidência a influência da massa térmica.

Nas variações efectuadas nos modelos, relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior (com espessura até 0,2 m), praticamente não se verifica diferença entre as diferentes curvas de temperatura interior. Porém, a unidade adoptada representa um andar intermédio (sem cobertura exposta); com 80% da fachada exterior envidraçada; portanto a área de elementos opacos é diminuta comparativamente com a área envidraçada, pelo que o aumento da espessura do material isolante em unidades/edifícios com características semelhantes ao do exemplo utilizado poderá não resultar em melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico. Assim como no Verão as variações paramétricas relativas ao grau de isolamento e tipo de pano da parede pouco influenciaram no resultado.

Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 1 (Inverno):

Desta forma dos gráficos da Figura 3.31, verifica-se através da comparação entre resultados que tanto os Modelo Detalhado como o Simplificado são capazes de responder de forma semelhante perante as mesmas variações paramétricas (Calibração-3). Ao considerar o conjunto de soluções apresentado nesta secção, verifica-se que entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada uma das variações paramétricas, a diferença de temperatura interior entre ambos foi de aproximadamente +0,2°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,9°C e de-0,2°C

3.6.3 Calibração 3 - Modelo 2 na Estação de Arrefecimento (Verão)



De seguida apresentam-se os resultados obtidos para o modelo Detalhado e Simplificado 2 na Estação de Arrefecimento: ambientes/zonas opostas, a Norte e a Sul. Lembrando que o ambiente orientado a Sul, da unidade habitacional Hab13 adoptada para este estudo, apresenta cerca de 70% da fachada exterior envidraçada; enquanto o ambiente orientado a Norte desta mesma unidade apresenta 35%.

<u>Análise Variações Paramétricas – Modelo2 Verão</u>

Com base nas diversas variações efectuadas sobre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 na situação de Verão, as quais estão identificadas no primeiro gráfico da Figuras 3.32 (ambientes/zona orientadas a Sul) e da Figura 3.33 (ambientes/zona orientadas a Norte), foi possível verificar as observações a seguir quanto a influência dos parâmetros envolvidos.

Relativamente à variação da taxa de renovação de ar (entre Rph= 0.5 e Rph=3), verifica-se o efeito benéfico do aumento da taxa de ventilação no período nocturno que conduz a uma diminuição dos valores da temperatura do ar interior que atinge 8°C para o ambiente orientado a Sul e 5 ºC para o ambiente orientado a Norte, enquanto no período diurno as diferenças estimadas, para a mesma variação, atingem até 7°C a Sul e 3ºC a Norte. Os resultados evidenciem o quanto a ventilação pode contribuir para o estabelecimento de melhores condições de conforto interior no Verão.

No que diz respeito às variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente a largura das palas horizontais (da situação sem palas até palas com 2m de largura) os resultados das simulações conduziram a diferença nos valores da temperatura interior até 7°C, podendo pois ser um elemento decisivo nas condições interiores de temperatura em ambientes orientados a Sul. Já para o ambiente orientado a Norte, tal como expectável, a influência da existência ou não de palas é diminuta (variações na ordem de 0,5°C).

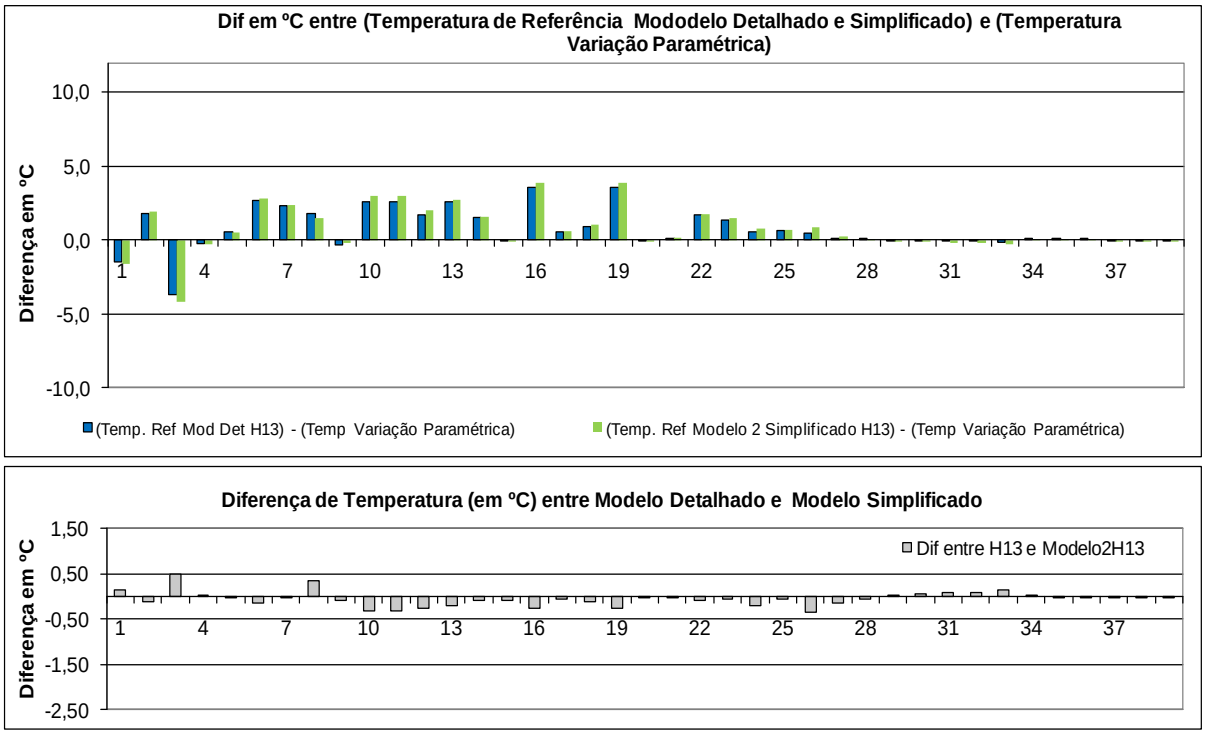
Relativamente aos estores exteriores verifica-se uma redução nos valores da temperatura do ar interior para o ambiente orientado a Sul até 5,5°C quando se passa da situação sem estore para a opção de um estore 100% accionado ao longo das 24horas, que minimiza a influência da radiação solar directa e difusa, já para o ambiente orientado a Norte verifica-se uma redução de cerca 3°C, diminuição esta devido à redução da entrada da radiação difusa no Verão. Os melhores resultados foram obtidos com o estore accionado durante o período diurno ou 100% durante 24 horas; enquanto na ausência deste dispositivo ou quando este foi somente accionado no período nocturno, situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto, conduziu a potencias situações de desconforto térmico, em particular nos espaços orientados a Sul.

As portadas interiores, da situação de inexistente, para a adopção de a sempre accionada e esta ainda para as opções de sem e com 20mm isolamento térmico, conduziram a reduções nos valores de temperatura para o ambiente orientado a Sul até 3°C; já para o ambiente orientado a Norte verificou-se uma diferença entre os resultados de temperatura interior até 1,5°C, ligeiramente inferiores aos obtidos com os estores exteriores, evidenciando que o sombreamento dos vãos envidraçados é sempre mais eficaz quando aplicado pelo exterior. Observa-se que além da temperatura diminuir ao se introduzir portadas interiores, os valores extremos são atenuados conduzindo a menores amplitudes térmicas interiores. Este efeito é também evidenciado aquando a simulação das palas horizontais e dos estores exteriores. Já no que diz respeito aos tipos de vidros duplos, verificou-se variações da temperatura do ar interior até 2°C para o ambiente orientado a Sul; e até 1°C para o ambiente orientado a Norte.

A variação paramétrica relativa aos tipos de materiais das paredes exteriores não conduziu a diferenças significativas nos resultados de temperatura interior (Norte e Sul). Nas diversas variações efectuadas relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior (0,01 cm a 20cm), praticamente não se verificou diferença entre as curvas de temperatura interior. Os resultados dizem respeito, ao modelo simplificado e detalhado, representativo de um piso intermédio (sem cobertura exposta), em 70% da área de fachada orientada a Sul é envidraçada (fachada em contacto com o exterior); portanto a área de elemento opaco (parede) é proporcionalmente reduzida comparativamente com a área envidraçada. O aumento de espessura de isolamento térmico em unidades/edifícios com características semelhantes ao do exemplo utilizado, pelo menos no período de Verão, poderá não contribuir para a existência de melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico.

Desta forma, para o Ambiente/Zona orientada a Sul (70% da fachada exterior envidraçada): a variação efectuada relativamente ao nº de renovações de ar por hora (Rph), demonstrou uma grande potencialidade em reduzir a temperatura do ar interior, redução que ascende até 8ºC. As variações efectuadas relativamente à dimensão das palas (largura) demonstraram uma possibilidade em diminuir as temperaturas em 7ºC em média, as portadas interiores até 3ºC, e os estores exteriores até 5,5ºC. As variações relativas ao grau de isolamento nos elementos exteriores (neste caso são as paredes exteriores, bem como as referentes ao tipo de pano da parede (parede simples) pouco influenciaram os resultados.

Para o Ambiente/Zona orientada a Norte (35% da fachada exterior envidraçada): a variação efectuada relativamente ao nº de renovações de ar por hora (Rph), demonstrou também um potencial em reduzir a temperatura do ar interior, até 5ºC. As variações efectuadas relativamente aos estores exteriores e as portadas interiores demonstraram uma possibilidade em reduzir as temperaturas em 1,5-3ºC em média. As variações relativas ao grau de isolamento nos elementos exteriores bem como as referentes ao tipo de pano da parede (parede simples) e largura das palas horizontais pouco influenciaram nos resultados.



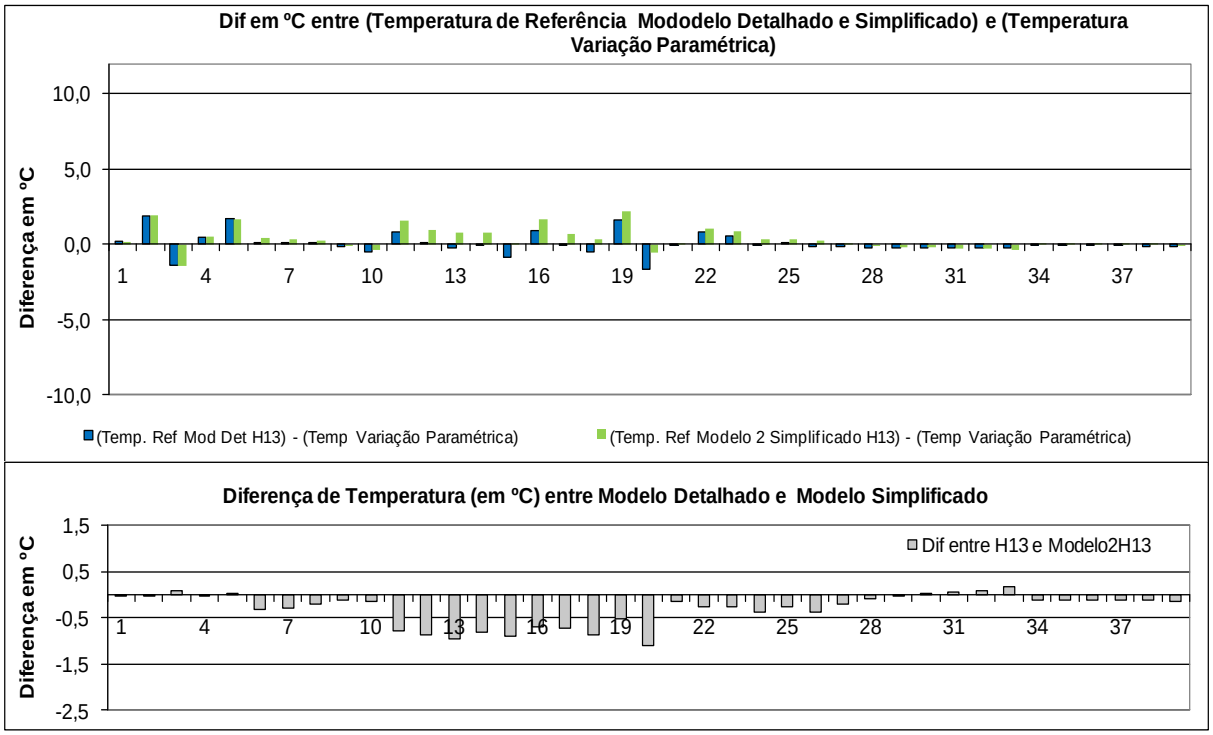
1-5 Rph	6-10 palas	11-12 portadas	13-20 estore	21-25 tipo de vidro	26-33 esp isol	34-39 parede exterior
Rph=1	Pala=2m	100% Portada com iso	fechado (13h-19h)	Incolor	sem isol (0.0001m)	Granito Parede 40-60cm
Rph=3	Pala=1,5m	100% Portada sem iso	fechado (15h-19h e 24h-9h)	Colorido Massa	isol de 0.02m	Betao Normal e Armado - 20cm
Rph=0,5	Pala=1,1m		fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.04m	Betao Leve - 20cm
Rph=Dia	Pala=0,6m		fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.06m	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
Rph=Noite	sem palas		fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.08m	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
			fechado (9h-13h)		isol de 0.1m	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
			fechado sempre		isol de 0.12m	
			aberto sempre		isol de 0.2m	

Figura 3.32: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 2 e Modelos Detalhados com 2 faces expostas (zona orientada a Sul), na Estação de Arrefecimento.

Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 (Verão) – Ambientes/Zona a Sul:

Desta forma, dos gráficos da Figura 3.32 (correspondendo aos ambientes orientados a Sul dos modelos de referência), permitem verificar que os dois Modelos - Detalhado e Simplificado - conduzem a resultados similares perante uma mesma variação paramétrica. Ao considerar o conjunto de soluções apresentado nesta secção, verifica-se que entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos às mesmas variações paramétrica, a diferença de temperatura do ar interior foi, na maior parte das variações efectuadas, inferior a -0,05°C (em média) e a maior diferença foi de +0,5°C e -0,36°C.

Com este estudo, fase de Calibração-3, foi evidenciada a capacidade do modelo simplificado (Modelo-2) em ser utilizado nos estudos preconizados para a prossecução das tarefas propostas para este trabalho.



1-5 Rph	6-10 palas	11-12 portadas	13-20 estore	21-25 tipo de vidro	26-33 esp isol	34-39 parede exterior
Rph=1	Pala=2m	100% Portada com iso	fechado (13h-19h)	Incolor	sem isol (0.0001m)	Granito Parede 40-60cm
Rph=3	Pala=1,5m	100% Portada sem iso	fechado (15h-19h e 24h-9h)	Colorido Massa	isol de 0.02m	Betao Normal e Armado - 20cm
Rph=0,5	Pala=1,1m		fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.04m	Betao Leve - 20cm
Rph=Dia	Pala=0,6m		fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.06m	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
Rph=Noite	Pala=0,05m		fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.08m	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
			fechado (9h-13h)		isol de 0.1m	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
			fechado sempre		isol de 0.12m	
			aberto sempre		isol de 0.2m	

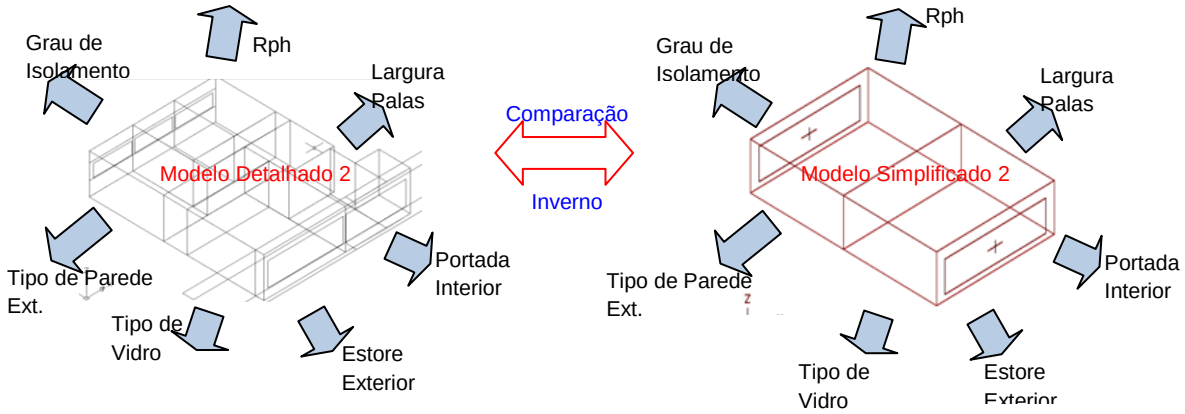
Figura 3.33: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 2 e Modelos Detalhados com 2 faces expostas (zona orientada a Norte), na Estação de Arrefecimento.

Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 (Verão) – Ambientes/Zona a Norte:

Para os ambientes orientados a Norte verifica-se através da comparação entre resultados que tanto o Modelo Detalhado como o Simplificado são capazes de responder de forma semelhante quando submetidos a diferentes variações paramétricas (Calibração-3).

Ao considerar o conjunto de soluções apresentado nesta Secção, verifica-se que, entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica, a diferença de temperatura interior entre ambos foi, na maior parte das variações paramétricas efectuadas, de aproximadamente -0,3°C. A maior diferença (média) observada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,16°C e -1,09°C pelo que também o Modelo 2, na situação de Verão, é adequado para o desenvolvimento dos estudos desenvolvidos no presente trabalho.

3.6.3 Calibração 3 - Modelo 2 na Estação de Aquecimento (Inverno)



A seguir apresentam-se os resultados obtidos para o modelo Detalhado e Simplificado 2 na Estação de Aquecimento: ambientes/zonas opostas, a Norte e a Sul.

<u>Análise Variações Paramétricas – Modelo2 Inverno:</u>

Com base nas diversas variações efectuadas sobre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 na situação de Inverno, as quais estão identificadas no primeiro gráfico da Figuras 3.34 (ambientes/zona orientadas a Sul) e da Figura 3.35 (ambientes/zona orientadas a Norte), foi possível verificar as observações a seguir quanto a influência dos parâmetros envolvidos.

Relativamente as taxas de ventilação natural adoptadas nesta fase do estudo (entre Rph= 0.5 e Rph=1), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul e a Norte da mesma ordem de grandeza. A sul as diferenças são de 4,5°C; e no ambiente orientado a Norte a diferença nos resultados de temperatura do ar interior de 4°C. Desta forma fica evidente a influência do grau de infiltrações nas condições interiores (comportamento térmico) de unidades habitacionais semelhantes a esta.

A simulação dos estores exteriores, para as diferentes variações paramétricas em termos do horário em que estão accionados, conduziu a uma diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul até 4,5°C, já para o ambiente orientado a Norte verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior de 1,5°C, contrário ao que foi observado para situações equivalentes na estação quente. Os resultados mais favoráveis, valores mais elevados da temperatura, foram obtidas sem se accionar o dispositivo de sombreamento ou quando este é somente activado no período nocturno (situação frequente nos ambientes do tipo quarto de dormir), a não captação de ganhos solares, no Inverno, durante o período de dia (estore accionado durante o período diurno ou 100% accionado durante as 24 horas diárias) potencia a ocorrência de condições de desconforto associadas a uma descida nos valores da temperatura do ar interior.

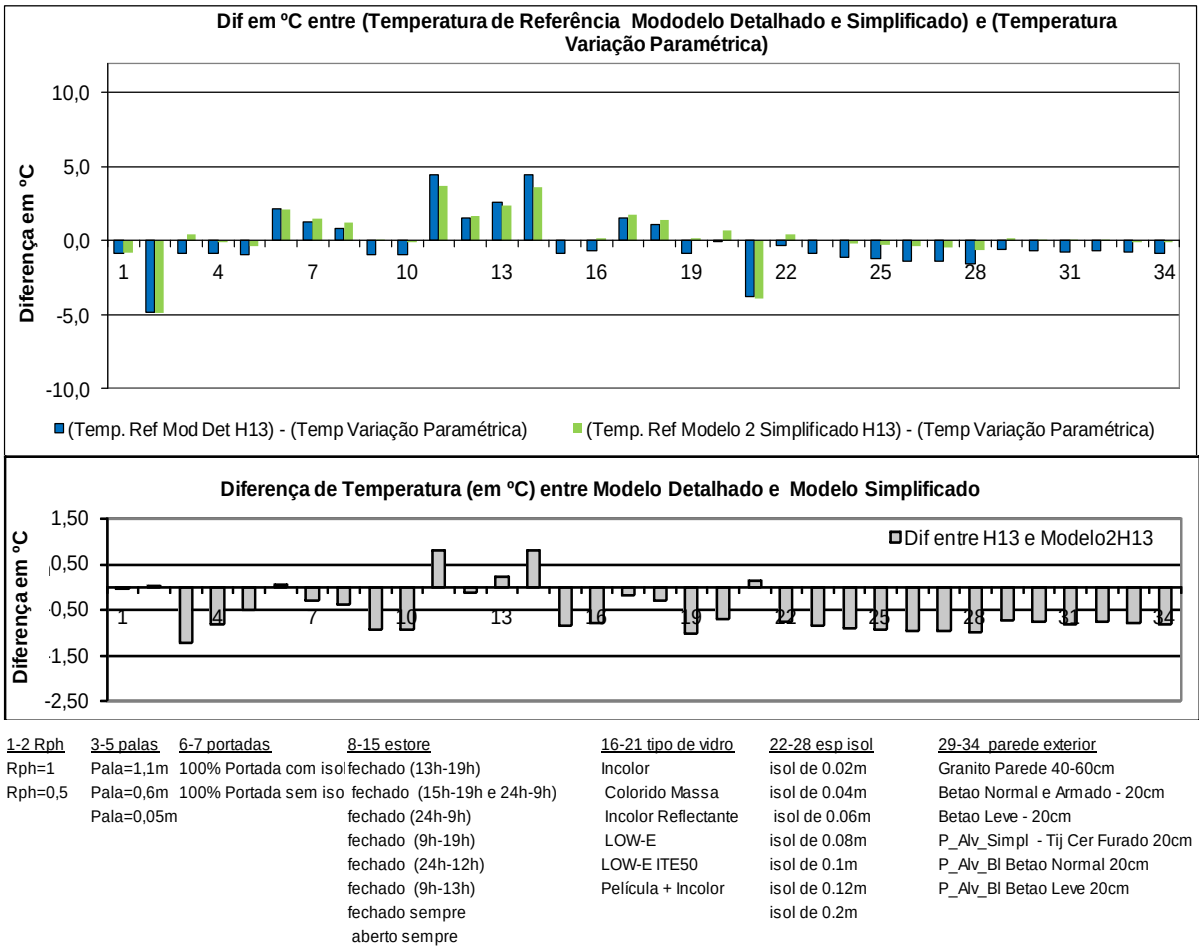
Em termos das portadas interiores, a ausência de portadas interiores e a existência das mesmas 100% activadas durante as 24horas sem e com e isolamento térmico de 20 mm, conduziu a uma diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul até 2,5°C. Os resultados menos favoráveis foram obtidos com portada accionada a 100% durante 24 horas quando associado a presença de material isolante. Os resultados mais favoráveis (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidos na ausência deste dispositivo. Já para o ambiente orientado a Norte praticamente não se verifica uma diferença entre os resultados de temperatura interior devido à solução de partida adoptada também apresentar portada.

No que diz respeito os diferentes tipos de vidro duplo, adoptados nesta fase, verifica-se uma diferença entre os resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul de até 2°C e para o ambiente orientado a Norte de 1°C. Tendo em conta as diferentes soluções de vidro parametrizadas, os resultados mais favoráveis (em termos de temperatura interior e desempenho térmico – situação de Inverno) foram obtidos com vidro duplo incolor e o vidro duplo de baixa emissividade.

Quanto aos tipos dos materiais das paredes exteriores e grau de isolamento na envolvente exterior, dada a área diminuta dos elementos opacos verticais, praticamente não se verifica uma diferença entre os resultados de temperatura interior, em ambos ambientes/zonas.

Desta forma, para o Ambiente/Zona orientada a Sul (70% da fachada exterior é envidraçada): as variações efectuadas relativamente ao nº de renovações de ar por hora demonstraram alterações na temperatura interior de 4,5ºC. As variações efectuadas relativamente portadas interiores demonstraram uma possibilidade em reduzir as temperaturas em 2,5ºC, e com os estores exteriores foram em 4,5ºC. As variações relativas ao grau de isolamento nos elementos exteriores (neste caso são as paredes exteriores, pois trata-se de uma fracção em andar intermédio), bem como as referentes ao tipo de pano da parede (parede simples) pouco influenciaram nos resultados.

Para o Ambiente/Zona orientada a Norte (35% da fachada exterior envidraçada): a variação efectuada relativamente ao nº de renovações de ar por hora (Rph) demonstrou um potencial em reduzir a temperatura interior em até 4ºC. As variações efectuadas relativamente aos estores exteriores e as portadas interiores demonstraram uma possibilidade em reduzir as temperaturas em até 1,5ºC em média. As variações relativas ao grau de isolamento nos elementos exteriores (neste caso são as paredes exteriores, pois trata-se de uma fracção em andar intermédio), bem como as referentes ao tipo de pano da parede (parede simples) e largura das palas horizontais pouco influenciaram nos resultados.



1-2 Rph	3-5 palas	6-7 portadas	8-15 estore	16-21 tipo de vidro	22-28 esp isol	29-34 parede exterior
Rph=1	Pala=1,1m	100% Portada com isol	fechado (13h-19h)	Incolor	isol de 0.02m	Granito Parede 40-60cm
Rph=0,5	Pala=0,6m	100% Portada sem iso	fechado (15h-19h e 24h-9h)	Colorido Massa	isol de 0.04m	Betao Normal e Armado - 20cm
	Pala=0,05m		fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.06m	Betao Leve - 20cm
			fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.08m	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
			fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.1m	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
			fechado (9h-13h)	Película + Incolor	isol de 0.12m	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
			fechado sempre		isol de 0.2m	
			aberto sempre			

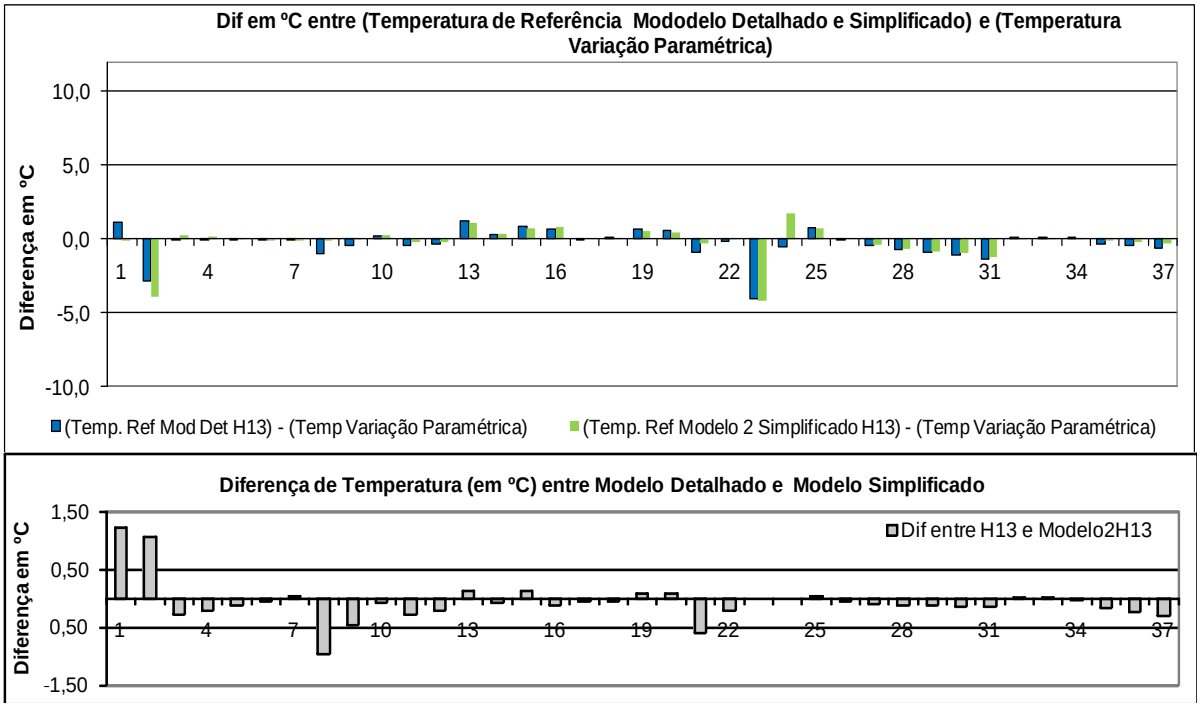
Figura 3.34: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 2 e Modelos Detalhados com 2 faces expostas (zona orientada a Sul), na Estação de Aquecimento.

Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 (Inverno) – Ambientes/Zona a Sul:

Desta forma nos gráficos acima (correspondendo aos ambientes orientados a Sul dos modelos de referência), verifica-se através da comparação entre resultados que tanto o Modelo Detalhado como o Simplificado são capazes de responder de forma semelhante quando submetidos a diferentes variações paramétricas (Calibração-3).

Ao considerar o conjunto de soluções apresentado nesta Secção, verifica-se que entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica, a diferença de

temperatura interior entre ambos foi de aproximadamente -0,53°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,8°C e -1,2°C. O processo de calibração (Calibração-3) permite concluir que o modelo simplificado em questão (Modelo-2) poderá ser utilizado nos estudos subsequentes e deste modo aligeirar os tempos de cálculo envolvidos.



1-2 Rph	3-7 palas	8-9 portadas	10-17 estore	18-23 tipo de vidro	24-31 esp isol	32-37 parede exterior
Rph=1	Pala=2,0m	100% Portada com iso	fechado (13h-19h)	Incolor	isol de 0.0001m	Granito Parede 40-60cm
Rph=0,5	Pala=1,5m	100% Portada sem iso	fechado (15h-19h e 24h-9h)	Colorido Massa	isol de 0.02m	Betao Normal e Armado - 20cm
	Pala=1,1m		fechado (24h-9h)	Incolor Reflectante	isol de 0.04m	Betao Leve - 20cm
	Pala=0,6m		fechado (9h-19h)	LOW-E	isol de 0.06m	P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 20cm
	Pala=0,05m		fechado (24h-12h)	LOW-E ITE50	isol de 0.08m	P_Alv_Bl Betao Normal 20cm
			fechado (9h-13h)	Película + Incolor	isol de 0.1m	P_Alv_Bl Betao Leve 20cm
			fechado sempre		isol de 0.12m	
			aberto sempre		isol de 0.2m	

Figura 3.35: Resumo do Desempenho e Comparações entre Modelo Simplificado 2 e Modelos Detalhados com 2 faces expostas (zona orientada a Norte), na Estação de Aquecimento.

Análise de Comparação entre os Modelos Detalhado e Simplificado 2 (Inverno) – Ambiente/Zona a Norte:

Para os ambientes orientados a Norte verifica-se através da comparação entre resultados que tanto o Modelo Detalhado como o Simplificado são capazes de responder de forma semelhante quando submetidos a diferentes variações paramétricas (Calibração-3). As variações paramétricas proporcionaram alterações nas condições interiores de temperatura nos modelos de referência em até 4°C.

Ao considerar o conjunto de soluções apresentado nesta Secção, verifica-se que entre os dois modelos de referência (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica, a diferença de temperatura interior entre ambos foi de aproximadamente -0,1°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +1,20°C (entretanto entre as variações 3 a 37 foi de +0,15°C) e -0,94°C. O processo de Calibração-3 foi de extrema importância para estabelecer que o modelo simplificado (Modelo-2) responde às diferentes variações paramétricas de forma semelhante ao modelo detalhado.

3.7 Conclusões Calibrações

Calibração-1:

O processo de calibração-1 consistiu em verificar e comparar os resultados obtidos por simulação no software E+ com os resultados obtidos por monitorização (comparação de valores de temperatura interior obtidos em ambos processos), de forma a ter sido verificado que de facto os modelos simplificados são capazes de responder de forma semelhante, em termos térmicos, aos modelos reais correspondentes (unidades monitorizadas).

Para o conjunto de unidades monitorizadas e simuladas na estação quente (Verão), a diferença média entre os valores de temperatura obtidos em ambos os processos foi em média de 0,06°C. Sendo que esta diferença foi de 0,02°C nos ambientes sala e de 0,11°C nos ambientes quarto.

Para o conjunto de unidades monitorizadas e simuladas na estação fria (Inverno), a diferença média entre os valores de temperatura obtidos em ambos os processos foi em média de 0,14°C. Sendo que esta diferença foi de 0,16°C para os ambientes sala e de 0,11°C para os ambientes quarto.

Desta forma, pode-se verificar neste processo de Calibração-1 que os modelos construídos no software de simulação térmica EnergyPlus (E+) responderam de maneira muito próxima/semelhante às respectivas unidades monitorizadas (modelos reais), podendo-se considerar os resultados obtidos como sendo satisfatórios, pois as diferenças de temperatura obtidas entre os modelos de simulação e os modelos reais não ultrapassaram praticamente os ±0,70 ºC (em média) nas diferentes unidades comparadas neste processo quando submetidos as condições de Inverno e de Verão.

Calibração-2:

Para a realização do processo de calibração-2, obteve-se dois modelos simplificados, um modelo com uma face exposta e um segundo modelo com duas faces expostas opostas; de forma a se verificar no processo de calibração-2 através da comparação entre resultados obtidos por simulação no software E+ (valores de temperatura interior obtidos) a capacidade dos modelos simplificados responderem de forma semelhante, em termos térmicos, aos modelos detalhados correspondentes.

Assim obteve-se uma diferença média entre os valores de temperatura interior obtidos por simulação detalhada e simplificada, para o conjunto de unidades com uma face exposta, de +0,01°C na estação quente (Verão) e de +0,10°C na estação fria (Inverno).

Enquanto a diferença média entre os valores de temperatura interior obtidos por simulação detalhada e simplificada, para o conjunto de unidades com duas faces expostas opostas, foi de -0,09°C na estação quente (Verão) e de +0,25°C na estação fria (Inverno).

Desta forma, pode-se verificar neste processo de Calibração-2 que, tanto o Modelo Simplificado 1 como o Modelo Simplificado 2 responderam de maneira muito próxima/semelhante aos respectivos modelos detalhados, considerando uma margem de diferença que não ultrapassou os ±0,70 ºC (Inverno e de Verão) para a maior parte das unidades envolvidas neste processo.

Calibração-3:

O processo de calibração-3 consistiu em verificar se os modelos simplificados 1 e 2 construídos no software E+ também são capazes de responder de forma semelhante (em termos térmicos) aos modelos detalhados correspondentes quando submetidos a diferentes variações paramétricas, tanto na estação quente como na estação fria. Para tal foram seleccionados dois modelos detalhados e dois modelos simplificados correspondentes (denominados modelos de referência); tendo sido estes devidamente calibrados no processo de calibração-1 e calibração-2

Ao considerar os modelos de simulação com uma face exposta, verificou-se que entre os modelos de simulação de referência correspondentes (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica na estação quente (Verão), apresentaram uma diferença de temperatura interior entre ambos de aproximadamente +0,1°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média)

verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,54°C e -0,65°C.

Ao considerar os modelos de simulação com duas faces expostas opostas, verificou-se que entre os modelos de simulação de referência correspondentes (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica estação quente (Verão), apresentaram uma diferença de temperatura interior entre ambos de aproximadamente -0,3°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,16°C e -1,09°C.

Ao considerar os modelos de simulação com uma face exposta, verificou-se que entre os modelos de simulação de referência correspondentes (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica na estação fria (Inverno), apresentaram uma diferença de temperatura interior entre ambos de aproximadamente +0,2°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,9°C e -0,2°C.

Ao considerar os modelos de simulação com duas faces expostas opostas, verificou-se que entre os modelos de simulação de referência correspondentes (detalhado e simplificado) quando submetidos a cada variação paramétrica estação fria (Inverno), apresentaram uma diferença de temperatura interior entre ambos de aproximadamente -0,1°C (na maior parte das variações paramétricas efectuadas). A maior diferença (média) verificada entre os dois modelos de referência ao longo das diferentes variações efectuadas foi de +0,15°C e -0,94°C.

Ao longo das diversas variações paramétricas efectuadas para verificação do comportamento térmico entre os modelos de referência tanto na estação quente (Verão) como na estação fria (Inverno), verificou-se a capacidade de alguns parâmetros proporcionar mais ou menos alterações nas condições interiores de temperatura; tendo sido os parâmetros relacionados com a ventilação natural (taxas de renovação de ar por hora no Verão e no Inverno) e os diversos tipos de dispositivos de protecção solar junto aos envidraçados, quando alterados a demonstrarem maior influência sobre os resultados obtidos. Desta forma, isto permitiu hierarquizar os parâmetros estudados nesta fase, permitindo estabelecer aqueles que podem mais auxiliar na obtenção de um melhor comportamento térmico em unidades habitacionais com características semelhantes às adoptadas para este estudo.

Sendo assim demonstrado ao longo deste processo de calibração (calibração-3) a capacidade dos modelos simplificados 1 e 2 responderem a semelhança do modelo detalhado correspondente quando submetido a diferentes variações paramétricas tanto na estação quente (Verão) como na estação fria (Inverno), apresentando uma margem restrita de diferença entre resultados de temperatura interior.

<u>Conclusão Geral Calibrações:</u>

Assim verifica-se através deste processo de calibração demonstrado neste capítulo, que os modelos gerados no software de simulação térmica EnergyPlus (tanto os detalhados como os simplificados) apresentaram um comportamento térmico semelhante ao verificado através das monitorizações decorridas nas estações quente e fria.

Somente a partir de um processo de calibração como este pode-se chegar a dois Modelos Simplificados devidamente calibrados, de forma a permitir com grande fiabilidade a execução de diversas variações paramétricas; permitindo assim seguir com os estudos para definição de uma Matriz, que reúna diferentes soluções construtivas capazes de representar as soluções correntes na construção nacional (com base na actual Regulamentação térmica dos edifícios sem deixar de lado alguns aspectos de interesse do profissional arquitecto).

Desta forma, ao se estabelecer uma matriz de soluções construtivas aplicadas aos modelos simplificados calibrados, será possível obter um conjunto de dados e informações a serem posteriormente disponibilizados para os profissionais interessados.

CAPÍTULO IV – Variações Paramétricas e Análise Resultados

4.1 Introdução Variações Paramétricas e Análise Resultados

Após percorrer diferentes fases de estudo, a partir de exemplos concretos/reais até à obtenção de dois modelos de base calibrados, desenvolveu-se um estudo paramétrico aprofundado e focalizado nos aspectos que poderão interessar a um profissional arquitecto (prática profissional) no que se refere a edifícios com grandes áreas de envidraçados (áreas superiores a 60% da área da fachada onde estão inseridos), tendo sempre em consideração os diferentes elementos presentes na construção. Grandes áreas de vãos envidraçados, quando no hemisfério norte, orientadas no quadrante sul, são sistemas de aquecimento passivo e que se designam por sistemas de ganho directo. Desta forma os diferentes elementos que constituem um SSP (Sistema Solar Passivo) foram tidos em conta na estruturação e determinação das variações paramétricas consideradas neste estudo.

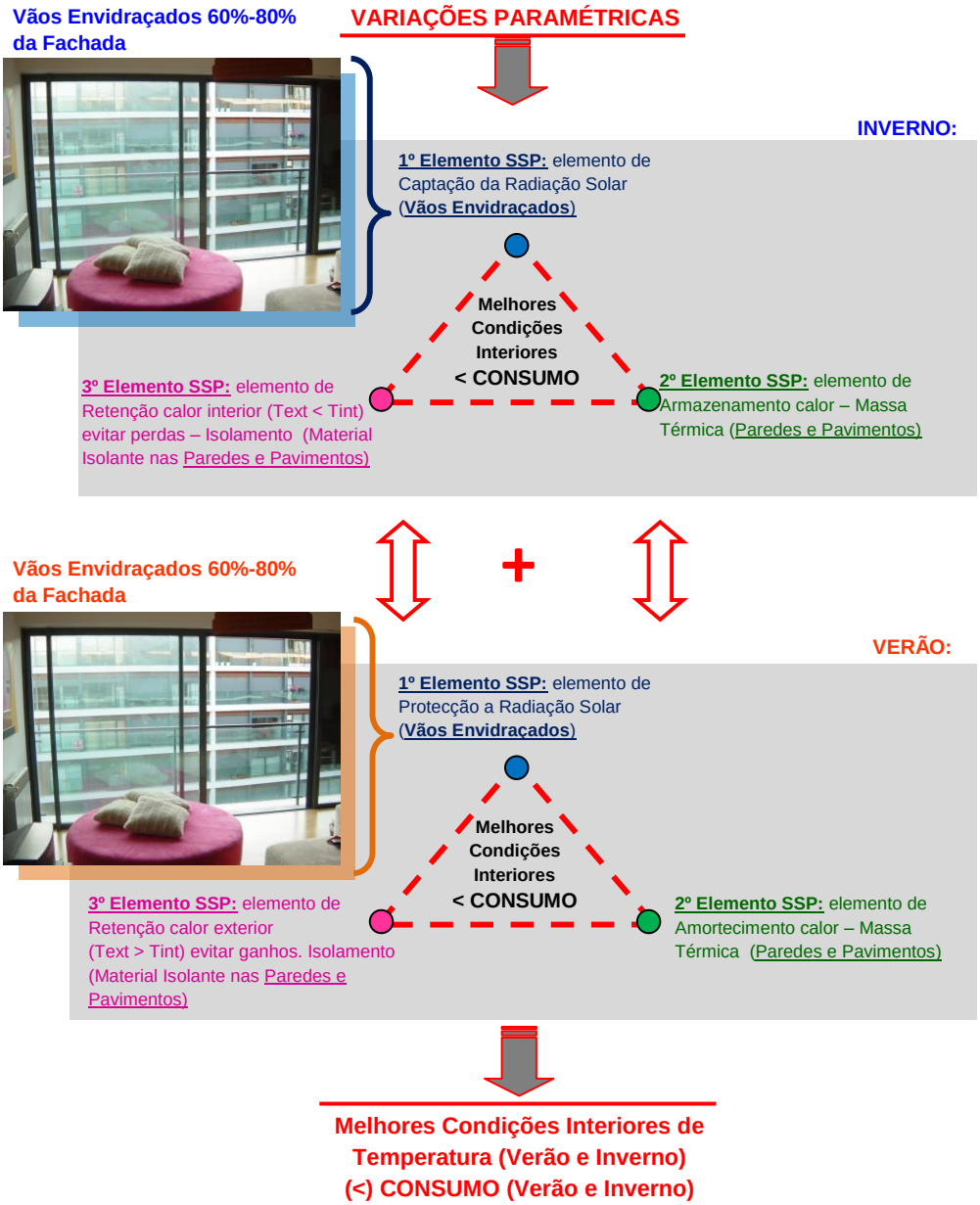


Figura 4.1: Esquema principais elementos de um Sistema Solar Passivo (SSP) a serem considerados nas variações paramétricas.

Os três principais elementos que constituem um sistema solar passivo de ganho directo, em destaque na Figura 4.1, são elementos comummente presentes nos edifícios do parque edificado nacional, podendo estes serem combinados e observados em diferentes proporções. As diferentes possibilidades de combinar estes elementos (diferentes soluções construtivas) podem conduzir a diferentes resultados de desempenho térmico, com níveis de conforto e necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento distintas. Cabe aos profissionais envolvidos no projecto um papel decisivo e fundamental na medida que estes elementos estão directamente relacionados com a arquitectura e com as intenções presentes no projecto.

Este estudo reúne desta forma, um conjunto de parâmetros relacionados com os diferentes elementos mencionados, sendo que o primeiro elemento (elemento de captação - vãos envidraçados) é apresentado com um maior destaque e como condicionante aos demais elementos. Assim, sendo possível percorrer diversas soluções construtivas (desenvolvimento de uma Matriz de soluções) capazes de representar um universo alargado de soluções presentes no parque edificado português, e permitir disponibilizar um conjunto de indicações e auxiliar os profissionais da área ainda numa fase inicial de projecto.

Especificamente em edifícios onde a área da superfície envidraçada (não-opaca) são superiores às superfícies opacas (reduções de superfícies opacas em contacto com o exterior nomeadamente paredes exteriores), com reduções significativas nas áreas de armazenamento, amortecimento e de retenção (isolamento térmico), a influência destes elementos opacos nas condições interiores será menor a medida que a sua área/superfície na envolvente exterior vai sendo reduzida; e portanto poderão ser outras características construtivas a ganharem importância e a auxiliar a proporcionar melhores condições interiores.

A organização da Matriz também está baseada nas diferentes intenções de projecto, de forma a percorrer soluções que apresentam uma leitura exterior do tipo pele (praticamente sem saliências nas fachadas) a uma leitura exterior acrescida de diferentes tipos de dispositivos de sombreamento (do interior para o exterior).

Pretende-se assim demonstrar ao projectista que cada intenção de projecto tem de facto implicações directas sobre as condições interiores, e que o estudo em questão pode ser utilizado como uma ferramenta auxiliar na tomada de decisões.

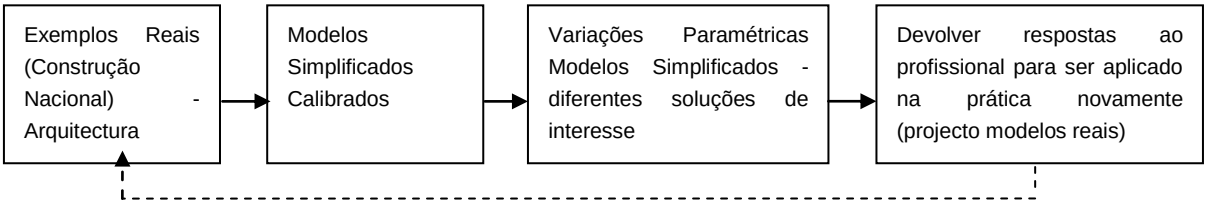


Figura 4.2: Esquema principais elementos de um Sistema Solar Passivo (SSP) a serem considerados nas variações paramétricas.

A partir do estudo proposto, será possível observar e comparar soluções construtivas (representativas de fracções habitacionais) para o clima da cidade de Lisboa, verificar quais as que proporcionam maior conforto e menores necessidades de energia para condicionamento ambiente em função da área de envidraçado, orientação solar e demais parâmetros presentes na Matriz, bem como verificar a influência de cada um dos parâmetros presentes na Matriz sobre os resultados, levando assim a cabo uma análise de sensibilidade.

As diferentes soluções da Matriz, foram construídas no software de simulação térmica EnergyPlus v2.2 , tendo sido obtidos dados referentes à temperatura do ar interior e às necessidades de aquecimento (energia necessária para manter a temperatura interior superior a 20°C, Inverno) e de arrefecimento (energia necessária para manter uma determinada solução com temperatura interior inferior a 25°C, Verão). Para a obtenção dos dados referidos, os diversos modelos foram simulados em duas situações; uma em regime flutuante (dados de temperatura) e outra em regime termoestático (de dados de necessidades energéticas).

Os resultados das diversas soluções da Matriz, em termos quer das condições interiores de temperatura, querem das necessidades energéticas (Verão e Inverno); irão permitir que sejam observados de forma integrada; sendo esta última de maior interesse para o profissional arquitecto.

Para que fosse possível estabelecer uma análise comparativa de desempenho entre as diversas soluções da Matriz e permitir ao leitor uma visão global sobre as mesmas, recorreu-se à selecção de duas soluções de referência, uma para cada um dos modelos da Matriz (1 face e 2 faces expostas).

O conjunto de resultados obtidos através deste estudo para as diferentes soluções presentes na Matriz, também poderá ser consultado e acedido a partir de uma base de dados interactiva construída em ambiente EXCEL (versão 2007). Nesta Base de Dados o leitor poderá, mediante as intenções de projecto, ter uma percepção do comportamento térmico e energético das soluções de interesse, assim como obter diferentes opções para uma mesma solução. Nesta Base de Dados, os dados de entrada são introduzidos pelo utilizador enquanto os dados de saída são automaticamente fornecidos, não sendo necessário o utilizador efectuar os cálculos térmicos.

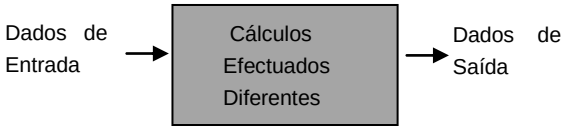


Figura 4.3: Esquemas dados de entrada e saída, Base de Dados.

Assim, com o estudo a ser apresentado neste Capítulo, pretende-se constatar quais são as reais possibilidades de se obter condições interiores de temperatura que conduzam a menores necessidades energéticas anuais para soluções com grandes áreas de envidraçados, procurando auxiliar o profissional arquitecto relativamente ao comportamento termo-energético de unidades habitacionais com tais características e proporções de envidraçados.

4.2 Metodologia Variações Paramétricas

4.2.1 Os Modelos Adoptados

Para o desenvolvimento do estudo que se segue foram adoptados os Modelos Simplificados 1 e 2, correspondendo aos modelos obtidos a partir dos processos de monitorização e de calibração já descritos nos Capítulos anteriores, assim estes encontram-se devidamente calibrados/ segundo os objectivos traçados para este estudo. Desta forma, os modelos em questão correspondem a dois Modelos Base capazes de representar algumas tipologias frequentes e observadas no sector residencial nacional: Modelo1 com uma face exposta (1 zona térmica) e Modelo 2 com 2 faces expostas opostas (2 zonas térmicas).

Neste estudo os modelos foram considerados tanto numa situação de piso intermédio como num piso com cobertura exterior. Desta forma, são estes Modelos 1 e 2 (em andar intermédio e cobertura) a abrigarem as diversas variações paramétricas a serem estudadas (conjunto de soluções – Matriz) para o Clima de Lisboa.

As simulações para cada solução/modelo construído com base na Matriz decorreram para um ano, sendo considerado e contabilizado para este estudo as condições de conforto e de consumo ao longo do ano todo (com particular incidência nos meses correspondentes a estação de aquecimento e de arrefecimento).

Os modelos adoptados para este estudo guardam as mesmas proporções/ geometria apresentada ao longo do processo de calibração apresentado no capítulo anterior. A seguir figura dos Modelos Base 1 e 2 utilizados para simular as diferentes soluções presentes na Matriz.

O Modelo1, o qual apresenta uma face exposta foi submetido ao longo das simulações às orientações Sul, Oeste, Este e Norte. O Modelo2 (2 zonas) com duas faces opostas em exposição às condições exteriores foi submetido ao longo das simulações às orientações: Sul+Norte e Oeste+Este.

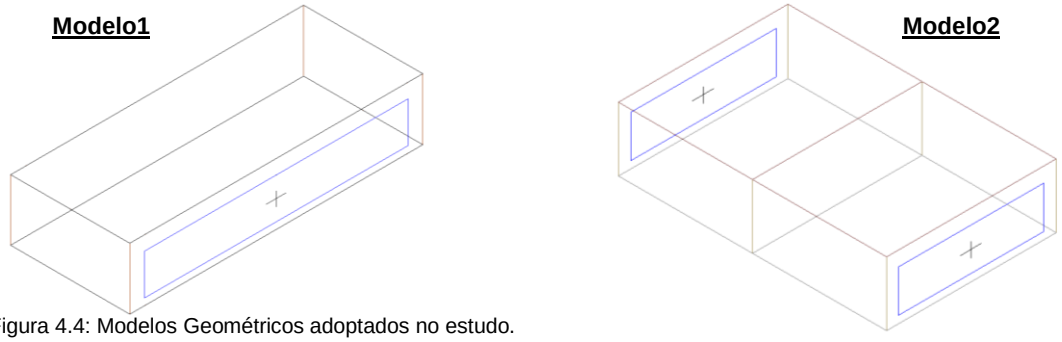


Figura 4.4: Modelos Geométricos adoptados no estudo.

4.2.2 Variáveis Relacionadas com o 1º Elemento - Vão Envidraçado (A)

A.1-) Área do envidraçado:

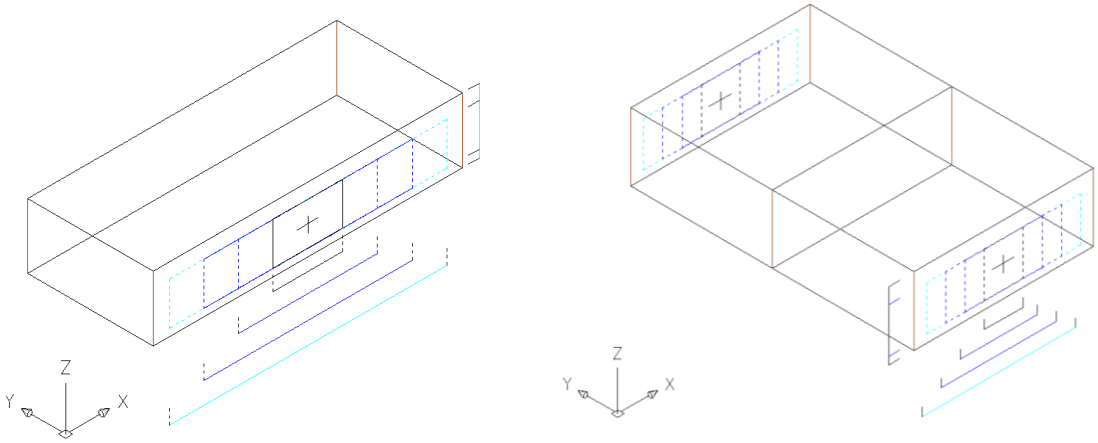


Figura 4.5: Modelos Geométricos com áreas de envidraçados adoptados no estudo.

Em ambos os modelos foi considerado a área das fachadas medidas pelo interior; para a determinação das áreas de envidraçados. Para definir a área da fachada medida pelo interior foi descontado 0.40m nas laterais correspondendo a um espaço deixado para considerar a presença de paredes e estrutura, e 0,375m nas lajes de cobertura e pavimento correspondendo a um espaço deixado para introdução/consideração destes nos modelos. Obs: caso não fizesse estas considerações, muito possivelmente ao introduzir/caracterizar as lajes e paredes de fronteira com outras fracções estas ficariam sobrepostas ao vidro. Os valores 0,40m e 0,375 foram adoptados com base no que foi observado ao longo do trabalho nos modelos reais.

Para o presente trabalho foi adoptado as seguintes áreas de envidraçados (por fachada exposta): 80% da fachada interior, 60% da fachada interior, 40% da fachada interior e 20% da fachada interior. Desta forma, consegue-se percorrer soluções com áreas de envidraçados entre 20% e 80%, sendo o maior enfoque do estudo envidraçados com áreas entre 60% e 80% da fachada interior. Assim permitindo neste estudo a verificação da influência deste parâmetro nas condições de conforto e consumo de energia nos diferentes modelos/soluções.

Modelo1:

Área fachada interior = 15,2m x 2,60m = 39,52m²
- Aenvidraçado com 20% da Afachada = 7,90m²
- Aenvidraçado com 40% da Afachada = 15,80m²
- Aenvidraçado com 60% da Afachada = 23,70m²
- Aenvidraçado com 80% da Afachada = 31,60m²

Modelo2:

Área fachada interior = 8,05m x 2,60m = 20,93m²
- Aenvidraçado com 20% da Afachada = 4,2m²
- Aenvidraçado com 40% da Afachada = 8,4m²
- Aenvidraçado com 60% da Afachada = 12,6m²
- Aenvidraçado com 80% da Afachada = 16,75m²

A.2-) Altura do envidraçado:

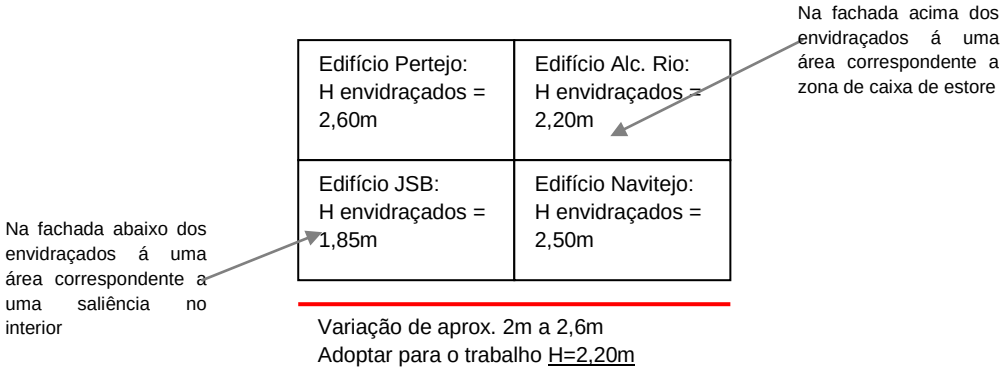


Figura 4.6: Resumo altura dos vãos envidraçados nos edifícios inicialmente estudados (monitorizações e calibrações modelos).

Ao fixar a altura do envidraçado em 2,20m as respectivas larguras (L) serão:
- L do envidraçado de 20% da Afachada = 3,6m
- L do envidraçado de 40% da Afachada = 7,20m
- L do envidraçado de 60% da Afachada = 10,80m
- L do envidraçado de 80% da Afachada = 14,37m

Obs: as larguras acima definidas não se sobrepõem as dimensões (0,40m e 0,375m) estimadas para as paredes e lajes de Fronteira.

Ao fixar a altura do envidraçado em 2,20m as respectivas larguras (L) serão:
- L do envidraçado de 20% da Afachada = 1,90m
- L do envidraçado de 40% da Afachada = 3,80m
- L do envidraçado de 60% da Afachada = 5,70m
- L do envidraçado de 80% da Afachada = 7,60m

Obs: as larguras acima definidas não se sobrepõem as dimensões (0,40m e 0,375m) estimadas para as paredes e lajes de Fronteira.

Nos Modelos 1 e 2, os envidraçados foram inseridos no centro da parede em contacto com o exterior, de forma que o centro da janela corresponde com o centro da parede exterior.

A.3-) Tipo de Vidro

Figura 4.7: Exemplos de Tipos de vidros duplos dos edifícios inicialmente estudados (monitorizações e calibrações modelos).

Para este estudo foram adoptados somente dois tipos de vidros: vidro duplo incolor, denominado para este trabalho como V1; e vidro duplo especial de baixa emissividade (baixo emissivo), denominado para este estudo como V2. Os dois tipos de vidros foram caracterizados com base na publicação Manual do vidro - Saint Gobain *[209]*.

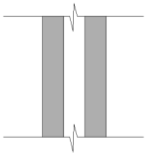
O vidro duplo incolor foi adoptado para este estudo, por ser comummente utilizado na construção nacional (principalmente após o RCCTE de 1990); e por ter sido o utilizado na maior parte dos edifícios/unidades da amostra seleccionada (80% da amostra com vidro duplo incolor).

Figura 4.8: Tipos de vidros duplos adoptados no estudo.

No que respeita a selecção do vidro de baixa emissividade procurou-se reduzir a transferência por radiação**.** Ao se utilizar um vidro de película de baixa emissividade, em que a emissividade é uma característica da superfície dos corpos, sendo que quanto apresenta menores valores mais reduzida é a transferência de calor por

radiação. Geralmente a emissividade de um vidro normal é de 0,89, entretanto determinados vidros podem ser recobertos por uma camada de baixa emissividade que pode ser inferior a 0,10 *[209].*

O vidro duplo incolor adoptado neste estudo é composto por *Planilux SGG (6mm) + ar 1cm + Planilux SGG (6mm)* e o duplo de baixa emissividade é composto por *Planistar (6mm) + ar 1cm + Planilux (6mm).*



V1

- Planilux (vidro incolor) – Características da lâmina de vidro em simples) – SGG

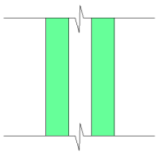
Vidro incolor, transparente de duas faces paralelas em vidro recozido obtido pelo processo de emersão num banho de estanho. Espessuras de 2 a 19mm, responde a todas as necessidades do edifício, do mobiliário e de qualquer outra aplicação dos vidros transparentes não coloridos.

Ao lado são apresentadas as características deste vidro (*SGG*), as quais foram introduzidas no software de simulação *E+*.

Name		Planilux Incolor Simples 6mm - SGG
Optical Data Type		SpectralAverage
Name of Window Glass Spectral Data Se		
Thickness	m	0,006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0,79
Solar Reflectance at Normal Incidence: F		0,07
Solar Reflectance at Normal Incidence: E		0,07
Visible Transmittance at Normal Incidenc		0,89
Visible Reflectance at Normal Incidence:		0,08
Visible Reflectance at Normal Incidence:		0,08
IR Transmittance at Normal Incidence		0
IR Hemispherical Emissivity: Front Side		0,84
IR Hemispherical Emissivity: Back Side		0,84
Conductivity	W/m-K	0,9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible		
Solar Diffusing		No

Segundo indicações do fabricante este vidro apresenta elevada resistência e uma grande estabilidade ao longo do tempo.

Planilux Incolor Simples (6mm) + ar 1cm + Planilux Incolor Simples (6mm)



V2

- Planistar (baixa emissividade – isolamento térmico reforçado) – SGG

Vidro incolor Planilux sobre o qual são depositadas capas de materiais nobres. Deve ser sempre montado em vidro duplo. A capa de baixa emissividade é colocada na face 2 (face inferior do vidro exterior).

Quando em vidro duplo incorporando Planistar, confere um isolamento térmico reforçado (baixo emissivo), com factor solar baixo (limitação da entrada directa de energia solar) e apresenta uma transmissão luminosa elevada.

Name		Planistar LOW-E Simples 6mm Capa em 2 - SGG
Optical Data Type		SpectralAverage
Name of Window Glass Spectral Data Se		
Thickness	m	0,006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0,43
Solar Reflectance at Normal Incidence: F		0,26
Solar Reflectance at Normal Incidence: E		0,26
Visible Transmittance at Normal Incidenc		0,78
Visible Reflectance at Normal Incidence:		0,07
Visible Reflectance at Normal Incidence:		0,06
IR Transmittance at Normal Incidence		0
IR Hemispherical Emissivity: Front Side		0,84
IR Hemispherical Emissivity: Back Side		0,03
Conductivity	W/m-K	0,9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible		
Solar Diffusing		No

No Verão limita fortemente o sobreaquecimento devido às entradas directas de energia solar (portanto deixa passar a luz e reduz a entrada de calor). No Inverno permite uma boa iluminação natural apresentando um bom isolamento térmico (menor perda de calor para o ambiente exterior.

Segundo indicações do fabricante, este apresenta aplicação no sector residencial com grandes vãos envidraçados.

Planistar Simples (6mm) + ar 1cm + Planilux Incolor Simples (6mm) (6mm)

A.4-) Tipo de Protecção

A.4.1-) Palas Horizontais

Largura das palas horizontais:

Para a obtenção do comprimento da pala foram efectuados estudos de geometria solar, os quais encontram-se de forma sintetizada na Figura 4.8 a seguir.

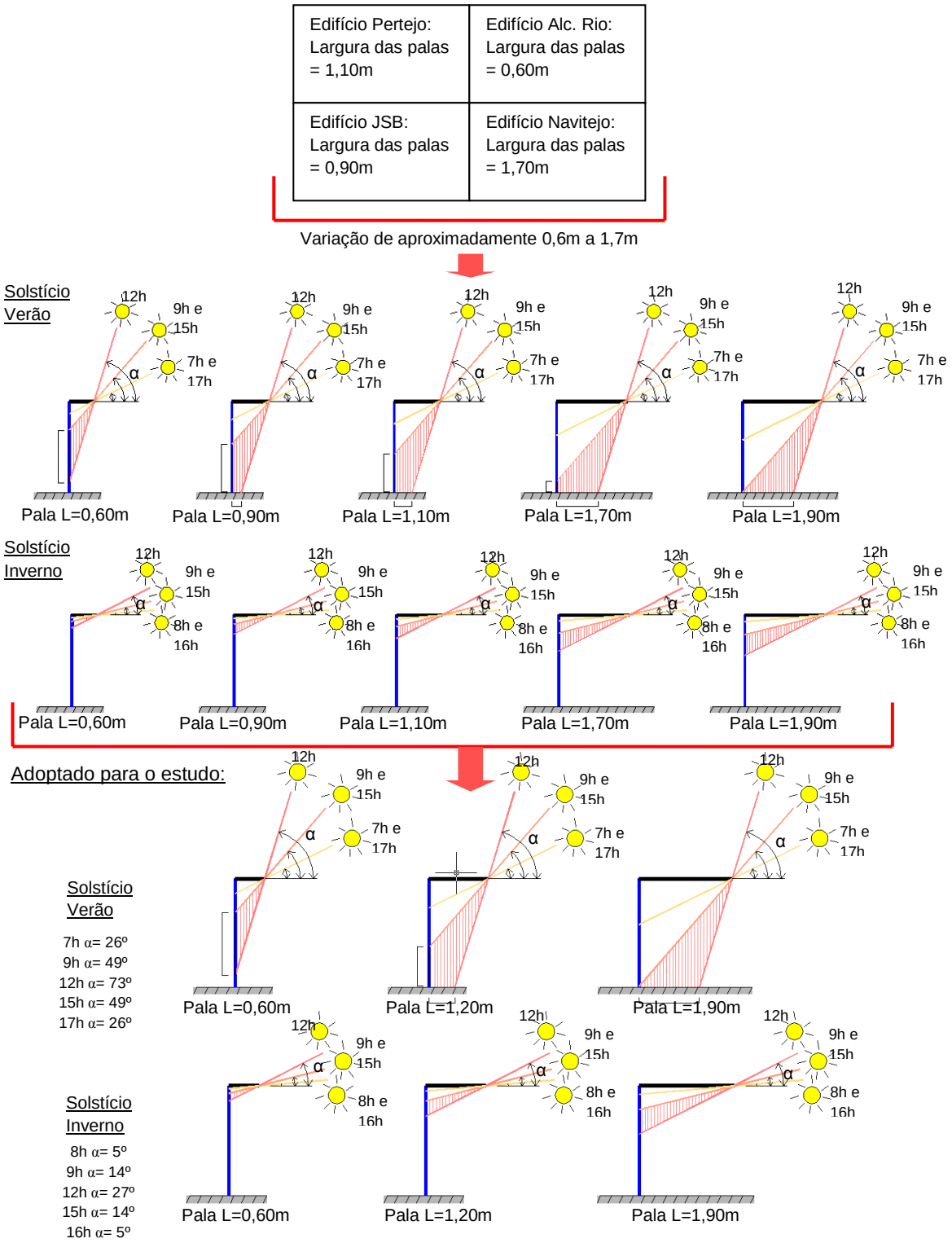


Figura 4.9: Definição da largura das palas horizontais a serem adoptadas no estudo.

Comprimento da pala:

Para a obtenção do comprimento da pala foram efectuados estudos de geometria solar, os quais encontram-se de forma sintetizada na Figura 4.9 seguinte.

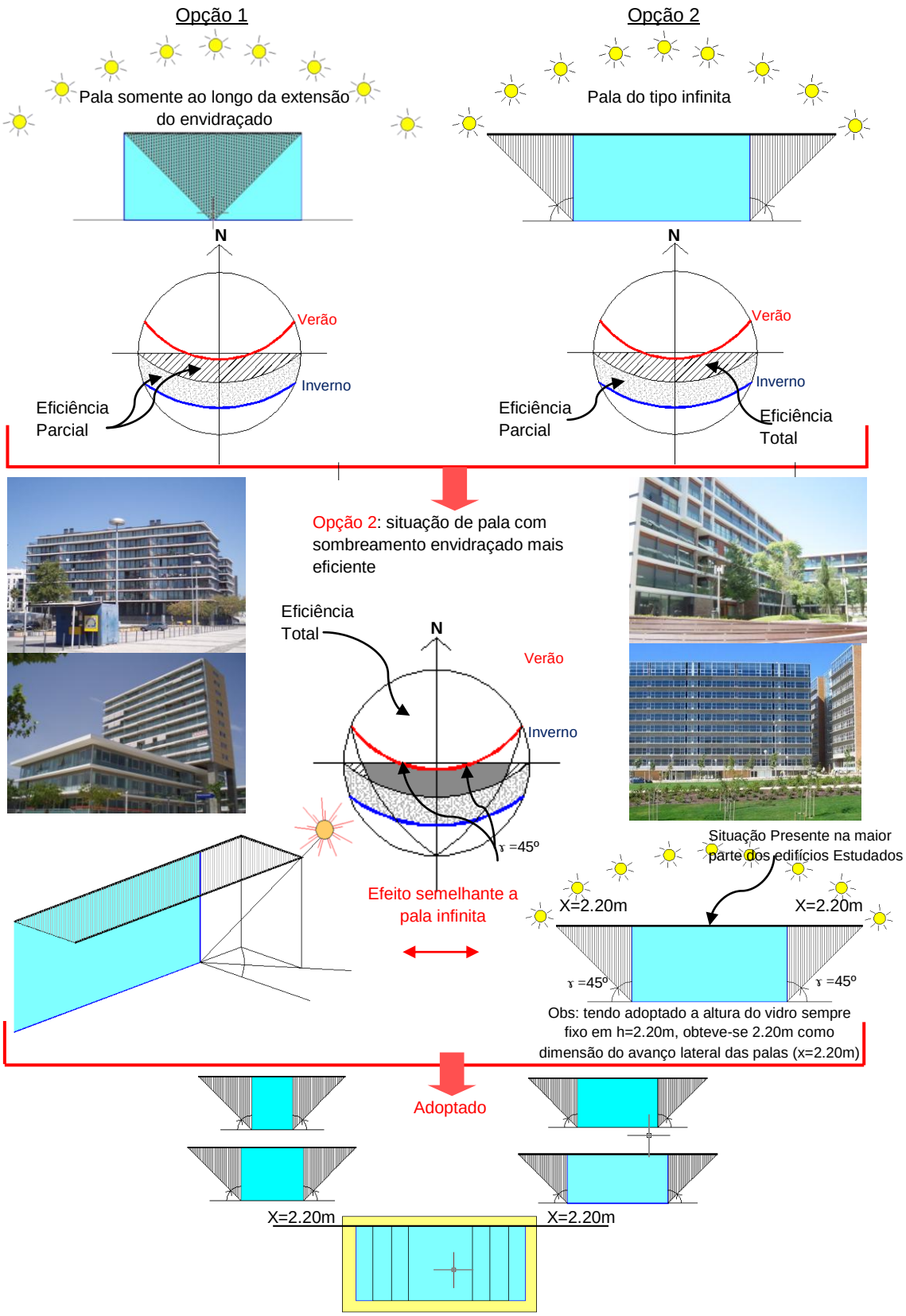


Figura 4.10: Definição do comprimento das palas horizontais a serem adoptadas no estudo.

Tendo em conta as dimensões adoptadas para este estudo, relativamente às palas horizontais, obtêm-se diferentes modelos geométricos correspondentes a diferentes soluções construtivas presentes na Matriz, podendo estes serem observados em termos gerais através da figura que se segue.

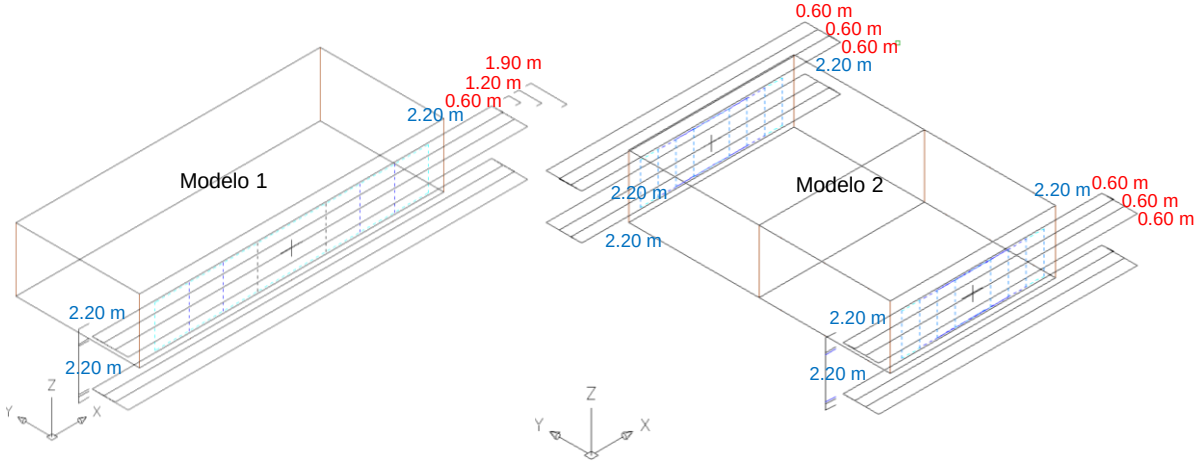


Figura 4.11: Exemplo de Modelos Geométricos obtidos ao ter em consideração as dimensões das palas horizontais estabelecidas para este estudo.

A.4.2-) Portada Interior:

Tendo em conta as diferentes áreas de envidraçados adoptados para este estudo, relativamente às portadas interiores (dispositivo de protecção solar interior) foram adoptados 3 situações; as quais estão relacionadas também com os diferentes graus de ventilação natural adoptados na Matriz. As 3 situações adoptadas de portadas interiores (Verão e Inverno, Dia e Noite) podem ser observadas em termos gerais através da figura que se segue.

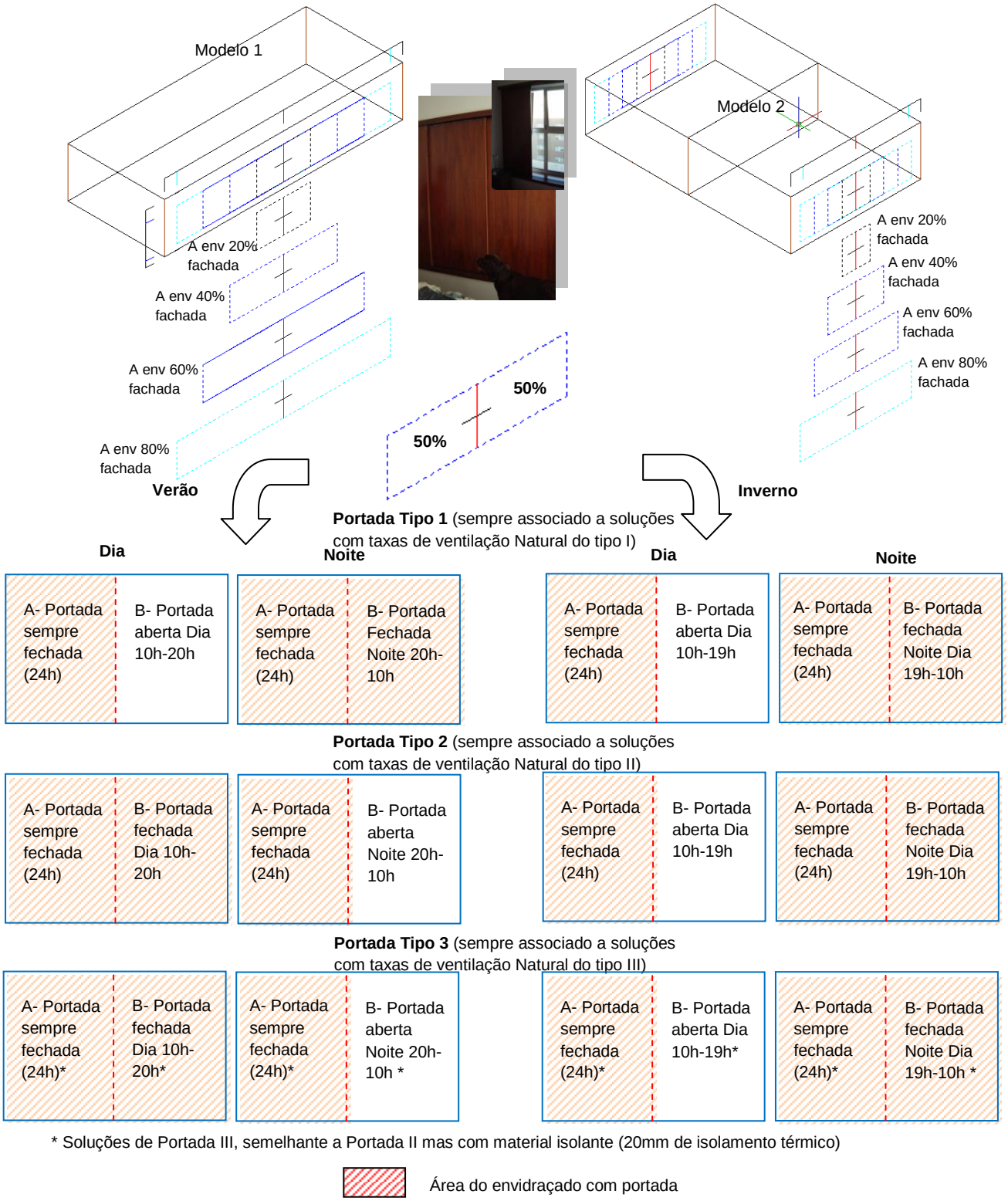


Figura 4.12: Situações de Portadas Interiores (I, II e III) adoptadas para o estudo (Verão e Inverno – Dia e Noite).

A.4.3-) Estore Exterior:

Tendo em conta as diferentes áreas de envidraçados adoptados para este estudo, relativamente aos estores exteriores (dispositivo de protecção solar exterior) foram adoptados 3 situações; as quais estão relacionadas também com os diferentes graus de ventilação natural adoptados na Matriz. As 3 situações adoptadas de estores exteriores (Verão e Inverno, Dia e Noite) podem ser observadas em termos gerais através das figuras que se seguem.

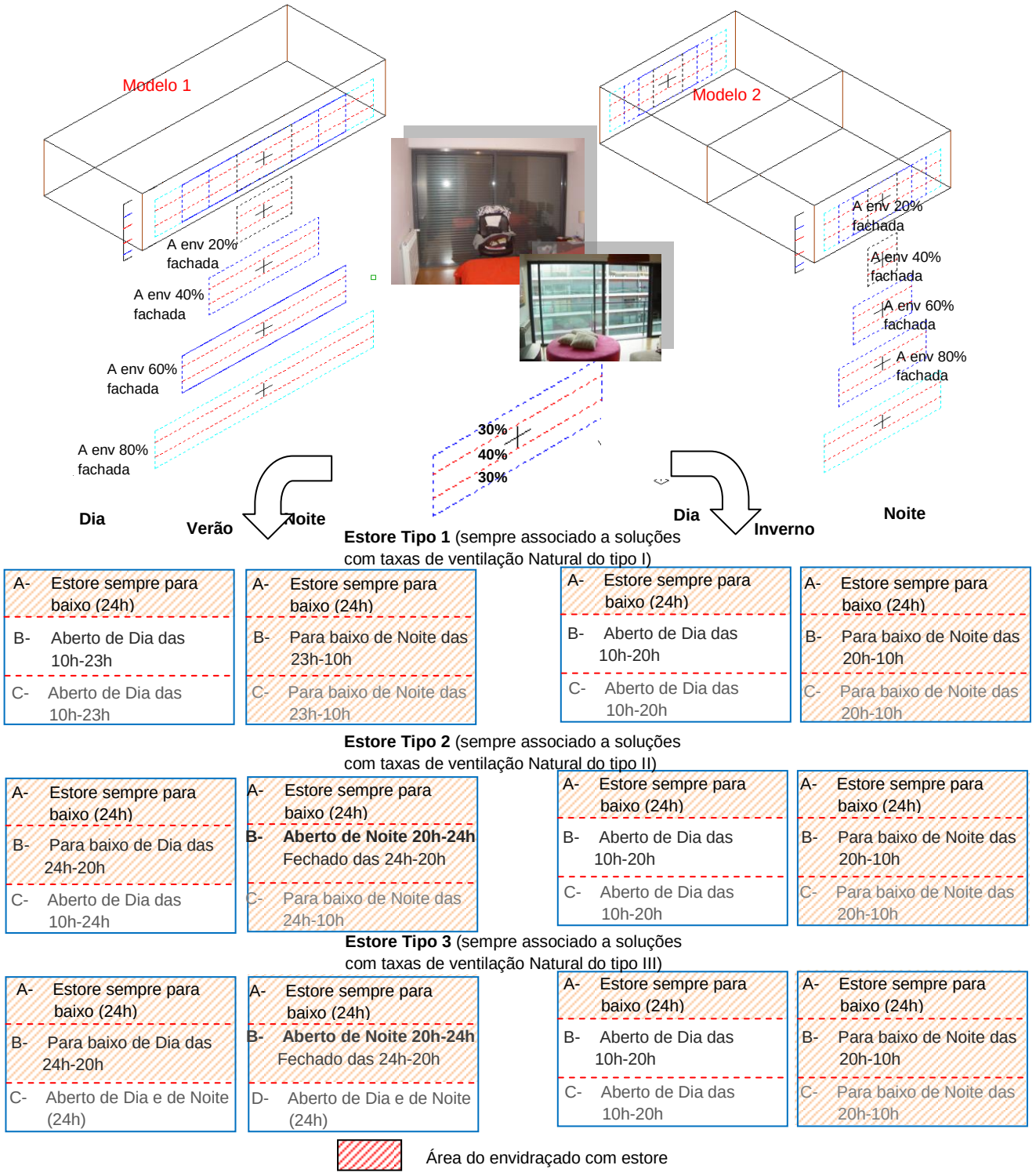


Figura 4.13: Situações de Estores Exteriores (I, II e III) adoptadas para o estudo (Verão e Inverno – Dia e Noite).

4.2.3 Variáveis relacionadas com o 2º Elemento - Massa Térmica (B)

B.1-) Definição Solução Parede Envolvente Exterior:

Para definição do tipo de parede exterior a ser adoptado nas diferentes soluções construtivas da Matriz, alguns estudos de comparação entre diferentes tipos de paredes foram desenvolvidos, tendo estes sido comparados em termos de coeficiente de transmissão térmica (U), expressos em W/m^2 ºC, sem e com diferentes graus de isolamento térmico. Este estudo pode ser observado de forma resumida através da Figura 4.13 que se segue.

Exemplo Comparativo entre valores de U entre Diferentes Tipos de Panos de Alvenaria

Parede Dupla sem isol	.11+.11	.15+.11	.15+.15	U Médio		Parede Simples sem isol	e=.22
U Tij Fur	1,10	0,97	0,87	0,98		U Tij Fur	1,40
U Bl. Bet Normal	1,44	1,36	1,29	1,37	1,13	U Bl. Bet Normal	2,03
U Bl. Bet Leve	1,10	1,05	1,01	1,05		U Bl. Bet Leve	1,46
U Médio	1,21	1,13	1,06			U Médio	1,63
		1,13					

Parede Dupla com 20mm poli estrud	.11+.11	.15+.11	.15+.15	U Médio		dif de 0.15	Parede Simples com 20mm poli estrud	e=.22
U Tij Fur	0,69	0,64	0,59	0,64			U Tij Fur	0,80
U Bl. Bet Normal	0,81	0,79	0,76	0,79	0,70		U Bl. Bet Normal	0,97
U Bl. Bet Leve	0,69	0,67	0,65	0,67			U Bl. Bet Leve	0,82
U Médio	0,73	0,70	0,67				U Médio	0,86
		0,70						

Parede Dupla com 40mm poli estrud	.11+.11	.15+.11	.15+.15	U Médio		dif de 0.09	Parede Simples com 40mm poli estrud	e=.22
U Tij Fur	0,50	0,47	0,45	0,47			U Tij Fur	0,56
U Bl. Bet Normal	0,56	0,55	0,54	0,55	0,51		U Bl. Bet Normal	0,64
U Bl. Bet Leve	0,50	0,49	0,48	0,49			U Bl. Bet Leve	0,57
U Médio	0,52	0,51	0,49				U Médio	0,59
		0,51						

Parede Dupla com 60mm poli estrud	.11+.11	.15+.11	.15+.15	U Médio		dif de 0.05	Parede Simples com 60mm poli estrud	e=.22
U Tij Fur	0,39	0,38	0,36	0,38			U Tij Fur	0,43
U Bl. Bet Normal	0,43	0,42	0,42	0,42	0,40		U Bl. Bet Normal	0,47
U Bl. Bet Leve	0,39	0,39	0,38	0,39			U Bl. Bet Leve	0,43
U Médio	0,41	0,40	0,39				U Médio	0,45
		0,40						

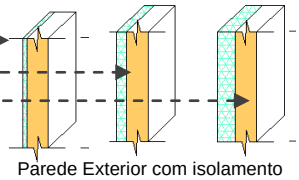
Parede Dupla com100mm poli estrud	.11+.11	.15+.11	.15+.15	U Médio		dif de 0.02	Parede Simples com100mm poli estrud	e=.22
U Tij Fur	0,28	0,27	0,26	0,27			U Tij Fur	0,29
U Bl. Bet Normal	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28		U Bl. Bet Normal	0,31
U Bl. Bet Leve	0,28	0,27	0,27	0,27			U Bl. Bet Leve	0,30
U Médio	0,28	0,28	0,27				U Médio	0,30
		0,28						

Nota: 1-) percebe-se que os valores de U para paredes simples e duplas são próximos (da mesma ordem), com diferenças em média de 0.02 a 0.16 para as soluções com algum grau de isolamento (20mm a 100mm)
2-) quanto menor o grau de isolamento maior é a diferença de valores de U entre paredes simples e duplas

Adoptar
Parede Simples: Tij Fur .22

+

isol 30mm
isol 60mm
isol 100 mm



Parede Exterior com isolamento

	Tipo Parede
Navitejo	.22 de Tij Furado
Pertejo	.25 de Tij Furado
Alc. Rio	.11+.11 Tij Fur
JSB	.15 + .25 Betão Normal Armado

Tipo parede
.11+.11 Tij Fur ou .22 Tij Fur
.15+.15 Tij Fur ou .25 Tij Fur

obs: .25 é a maior espessura para Tij Fur na ITE50

Tipo parede
.22 Tij Fur

Figura 4.14: Resumo estudos desenvolvidos para determinação do tipo de parede exterior a ser adoptado nas soluções presentes na Matriz.

Desta forma, para melhor representar as diferentes soluções construtivas correntes na construção em Portugal adoptou-se utilizar para as diferentes soluções presentes na Matriz, a solução Tijolo Furado de 0.22 cm com possibilidade de adicionar material isolante pelo exterior.

A seguir na Figura 4.14 são apresentados exemplos de cálculos de Coeficientes de transmissão Térmica (U) para paredes exteriores, adoptado nos diferentes tipos de paredes apresentados anteriormente:

	Camadas Soluções Construtiv	Espessura	λ	R=e/λ	ITE 50
Paredes Duplas Exteriores em zona corrente	**Rse** Resistência superfícial exterior			0,04	Quadro I.3
	reboco ext. (cor branca)	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	alvenaria de tijolo furado	0,11		0,27	Quadro I.5
	caixa de ar	0,03		0,18	Quadro I.4
	poliestireno extrudido	0,02	0,037	0,54	Quadro I.1
	alvenaria de tijolo furado	0,15		0,39	Quadro I.5
	reboco interior	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	Rsi Resistência superfícial interior			0,13	Quadro I.3
		0,34	R total=	1,57	
			U=1/R	0,64	

	Camadas Soluções Constru	Espessura	λ	R=e/λ	ITE 50
Paredes Simples Exteriores em zona corrente	Rse Resistência superfícial exterior			0,04	Quadro I.3
	reboco ext. (cor branca)	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	poliestireno extrudido	0,02	0,037	0,54	Quadro I.1
	alvenaria de tijolo furado	0,22		0,49	Quadro I.5
	reboco interior	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	Rsi Resistência superfícial interior			0,13	Quadro I.3
		0,27	R total=	1,22	
			U=1/R	0,82	

Figura 4.15: Exemplo de Cálculos dos Coeficientes de transmissão Térmica (U) de paredes exteriores onde espessura (m), condutibilidade térmica λ (W/m.ºC) e resistência térmica R (m^2ºC/W).

B.2-) Definição Soluções Lajes Exteriores (cobertura) e Interiores (pavimentos):

Para definição dos tipos de pavimentos a serem adoptados nas diferentes soluções construtivas da Matriz, alguns estudos de comparação entre diferentes tipos de lajes foram desenvolvidos, tendo sido considerado no mesmo os diferentes tipos de lajes observadas nos edifícios da amostra inicial deste estudo (edifícios monitorizados), bem como as diferentes soluções de lajes apresentadas na publicação do LNEC ITE 50 *[205]*. Este estudo pode ser observado de forma resumida através da Figura 4.15 que se segue, na qual os coeficientes de transmissão térmica U são expressos em W/m^2ºC.

Soluções observadas na amostra de edifícios

	Esp. Laje Pavimento	Esp. Laje Cobert.
Navitejo	25cm bet arm 5cm bet leve	-
Pertejo	23cm bet arm 10cm bet leve	23cm bet arm 15cm bet leve
Alc. Rio	25cm bet arm	20cm bet arm 15cm bet leve
JSB	15cm bet arm 5cm bet leve	20cm bet arm 5cm bet leve

Soluções observadas ITE50

	Esp. Laje Pavimento	Esp. Laje Cobert.
Proposta 1	15cm bet arm 5cm bet leve	20cm bet arm 5cm bet leve
Proposta 2	20cm bet arm 5cm bet leve *	25cm bet arm 10cm bet leve *
Proposta 3	25cm bet arm 10cm bet leve	35cm bet arm 15cm bet leve

* Representa em média a as soluções mais frequentes

	U Total Laje Pavimento	U Total Laje Cobert.
Proposta 1	2,08	0,62
Proposta 2	1,97	0,55
Proposta 3	1,75	0,48

obs: adoptado 40mm xps

Adoptar

Pavimento: Proposta 1, 2 e 3
Cobertura: Proposta 1, 2 e 3

+

isol 30mm
isol 60mm
isol 100 mm

obs: proposta 1 solução construtiva com maior U e menor massa

Figura 4.16: Resumo estudos desenvolvidos para determinação dos tipos de pavimentos a serem adoptados nas soluções presentes na Matriz.

Desta forma, para melhor representar as diferentes soluções dos elementos horizontais, adoptaram-se as seguintes combinações de soluções de lajes de pavimento com lajes de cobertura (lajes de cobertura associadas a diferentes graus de isolamento térmico) correspondentes as Propostas 1, 2 e 3.

	U Total Laje Pavimento	U Total Laje Cobertura (30mm XPS)	U Total Laje Cobertura (60mm XPS)	U Total Laje Cobertura (100mm
Proposta 1	2,08	0,75	0,47	0,31
Proposta 2	1,97	0,64	0,42	0,29
Proposta 3	1,75	0,55	0,38	0,27

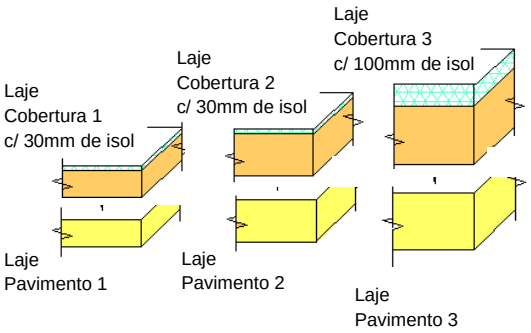


Figura 4.17: Resumo referente aos três conjuntos de tipos de pavimentos adoptados nas soluções presentes na Matriz.

Exemplificação das camadas consideradas para Cálculos dos Coeficientes de transmissão Térmica (U em W/m^2 ºC) para lajes pavimentos exteriores (cobertura) e interiores, apresentados anteriormente onde espessura (m), condutibilidade térmica λ (W/m,°C) e resistência térmica R (m^2 ºC/W):

	Camadas Soluções Construtiv	Espessura	λ	R=e/λ	ITE 50
Cobertura Exterior	**Rse** Resistência superfícial exterior			0,04	Quadro I.3
	Seixo	0,1	2	0,05	
	Membrana Betuminosa	0,005	0,23	0,02	Quadro I.2
	poliestireno extrudido	0,04	0,037	1,08	Quadro I.1
	Betão Leve	0,1	0,25	0,40	Quadro I.2
	pavimento aligeirado			0,33	
	Reboco Interior	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	Rsi Resistência superfícial interior			0,1	Quadro I.3
		0,26	R total=	2,03	
			U=1/R	0,49	

	Camadas Soluções Construtivas	Espessura	λ	R=e/λ	ITE 50
Pavimento Interior	**Rse** Resistência superfícial exterior			0,1	Quadro I.3
	Reboco Interior	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	pavimento aligeirado			0,33	
	betonilha	0,05	1,3	0,04	Quadro I.2
	Reboco Interior	0,015	1,3	0,01	Quadro I.2
	Madeira	0,015	0,2	0,08	Quadro I.2
	Rsi Resistência superfícial interior			0,17	Quadro I.3
			R total:	0,74	
			U=1/R	1,36	

Resumo Resistencias Térmicas Pavimentos Segundo ITE50	e= 0.13 a 0.15	e= 0.23-0.25	e= 0.33-0.35
Bl Cerâmicos Bl. Bet Normal Bl. Bet leve	0,15	0,25	0,33

Nota: valores médios

λ	Resumo Resistencias Térmicas Pavimentos Segundo ITE50	e= 0.15	e=0.25	e= 0.35
2	Betão Armado	0,08	0,13	0,18
0,25	Betão Leve	0,60	1,00	1,40

	Esp. Laje Pavimento	Esp. Laje Cobert.
R=0.15	1,8	0,54
R=0.25	1,5	0,51
R=0.33	1,35	0,49

Figura 4.18: Exemplo Cálculos dos Coeficientes de Transmissão Térmica (U) de lajes de pavimento e de cobertura.

Comparação U Lajes Aligeiradas LNEC ITE 50 e U Propostas 1, 2 e 3:

	Esp. Laje Pavimento	Esp. Laje Cobert.
R=0.15	1,8	0,54
R=0.25	1,5	0,51
R=0.33	1,35	0,49

	U Total Laje Pavimento	U Total Laje Cobert.
Proposta 1	2,08	0,62
Proposta 2	1,97	0,55
Proposta 3	1,75	0,48

obs: adoptado 40mm xps

Figura 4.19: Comparação dos Coeficientes de Transmissão Térmica (U) entre lajes aligeiradas presentes na publicação LNEC ITE 50 propostas 1, 2 e 3 adoptadas para o estudo.

Desta forma, verifica-se a Proposta 2 como sendo a mais representativa das diferentes soluções presentes na Publicação ITE 50 *[205]*.

B.3-) Paredes em contacto com outras fracções:

Para definição do tipo de parede em contacto com o exterior a ser adoptados nas diferentes soluções construtivas da Matriz, alguns estudos foram desenvolvido tendo sido considerado os diferentes tipos de paredes em contacto com outras fracções observadas nos edifícios da amostra inicial deste estudo, bem como as considerações presentes no Decreto-Lei n.º 80/2006 referente a este tipo de elemento construtivo quanto a massa térmica a ser contabilizada nos cálculos térmicos. Desta forma adoptou-se a solução apresentada na Figura 4.19 que se segue.

Soluções Construtivas Frequentes nas diversas fracções dos diferentes Edifícios estudados nos Capítulos anteriores.

U parede Dupla Int e= .11+.11 Tij Fur		
esp ar 0.04	0.02 XPS	0.04 XPS
1	0,73	0,53

Solução Construtiva Adoptada para Paredes em contacto com outras Fracções

InteriorWall - EntreFogos
Argamassa Tradicional 0.02
P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 11cm
Poliestireno XPS 20mm
P_Alv_Simpl - Tij Cer Furado 11cm
Argamassa Tradicional 0.02

Figura 4.20: Solução de parede em contacto com outras fracções adoptada nas soluções da Matriz.

Observação: Segundo Decreto-Lei n.º 80/2006 as soluções que apresentam isolamento térmico entre panos, a massa térmica disponível só é contabilizada do interior até à camada de isolamento (pano interior e até 150 kg/m^2). Quando a solução não apresenta isolamento contabiliza somente ½ da massa do pano interior da parede (até 150 kg/m^2).

B.4-) Massa Térmica Interior:

Para definição do tipo de massas térmicas interiores (representa o conjunto de vigas, pilares e paredes internas) a serem adoptados nas diferentes soluções construtivas da Matriz, alguns estudos foram desenvolvidos tendo sido considerado os diferentes tipos de massa térmica interior observados nos edifícios da amostra inicial, correspondendo ao conjunto apresentado na figura a seguir denominado como M.Int.2. Desta forma adoptou-se três conjuntos de massa térmica interior apresentados na Figura 4.20 que se segue. O primeiro conjunto (M. Int. 1) apresenta metade da massa do conjunto 2 (M. Int. 2), isto em termos de parede. O terceiro conjunto (M. Int. 3) apresenta mais 50% da massa do conjunto 2 (M. Int. 2), isto em termos de parede.

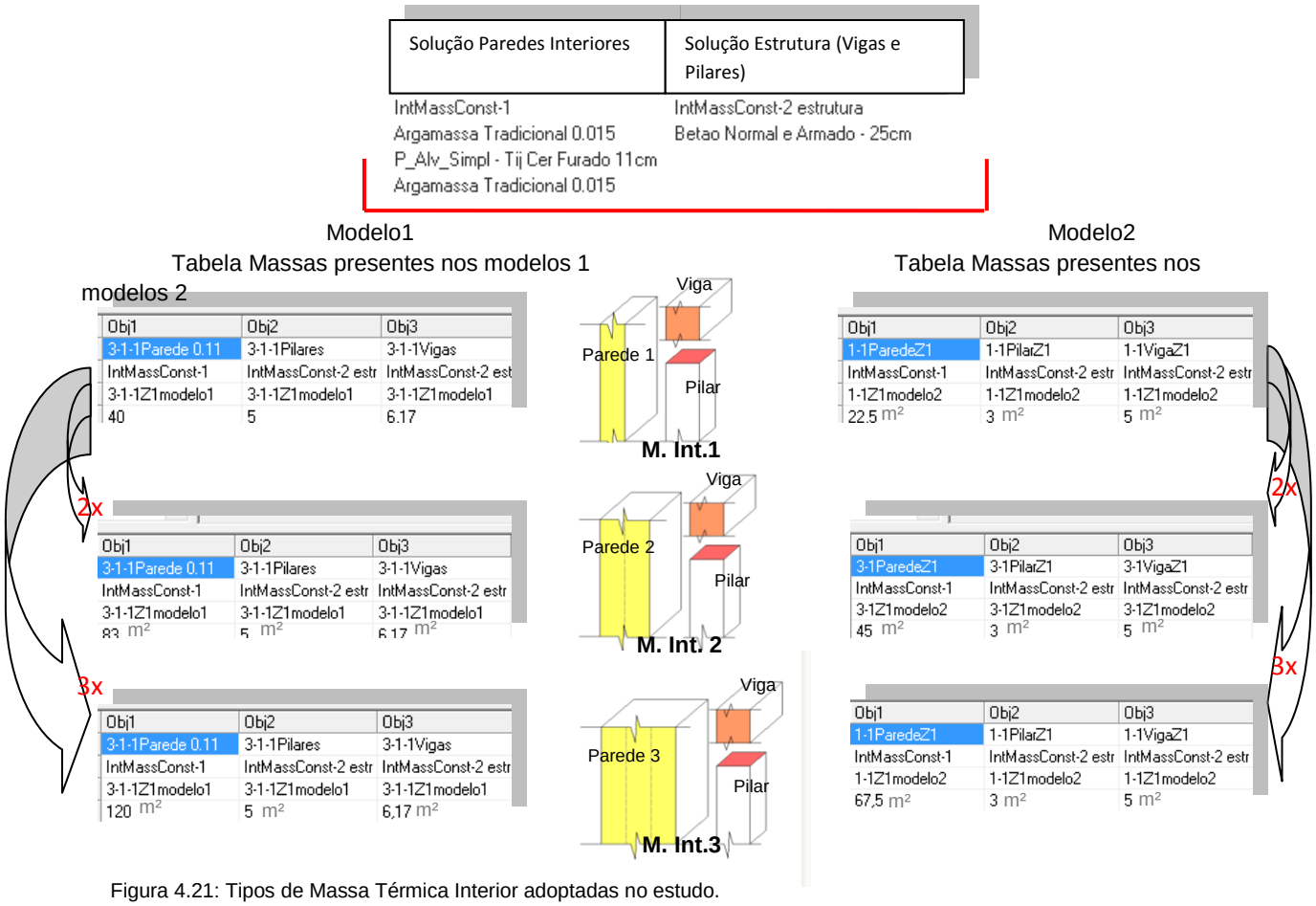
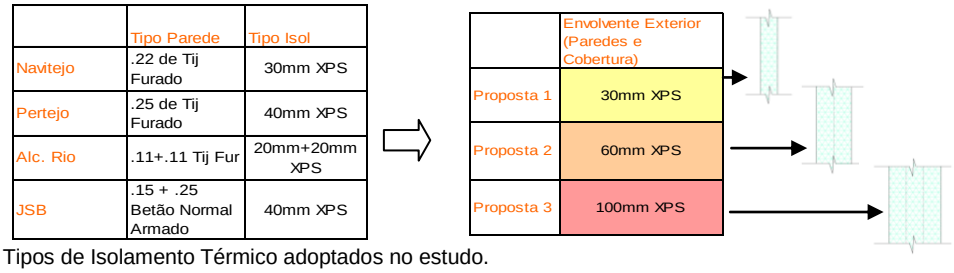


Figura 4.21: Tipos de Massa Térmica Interior adoptadas no estudo.

4.2.4 Variáveis relacionadas com o 3º Elemento – Isolamento Térmico (C)

Com base nos diferentes graus de isolamento térmico observados na envolvente dos edifícios da amostra inicial foram adoptados diferentes espessuras de isolamento térmico para as soluções da Matriz, de 30mm a 100mm de isolamento, tendo sido considerado o material isolante térmico correspondente ao poliestireno expandido (XPS).



	Tipo Parede	Tipo Isol
Navitejo	.22 de Tij Furado	30mm XPS
Pertejo	.25 de Tij Furado	40mm XPS
Alc. Rio	.11+.11 Tij Fur	20mm+20mm XPS
JSB	.15 + .25 Betão Normal Armado	40mm XPS

	Envolvente Exterior (Paredes e Cobertura)
Proposta 1	30mm XPS
Proposta 2	60mm XPS
Proposta 3	100mm XPS

Figura 4.22: Tipos de Isolamento Térmico adoptados no estudo.

Obs: Outros materiais isolantes (presentes no ITE 50), possuem características de condutibilidade térmica próxima ao do XPS, podendo este assim retratar de modo geral os diferentes isolamentos térmicos.

4.2.5 Conjunto de Soluções Adoptadas no Estudo (Matriz) – Variáveis (A) e (B)

Ao se combinar os diferentes tipos de: paredes, lajes, massa térmica interior e níveis de isolamento térmico, obtiveram-se 5 conjuntos de elementos construtivos, os quais apresentam-se ilustrados na Figura 4.22, desde o que possui menor massa térmica (Massa Térmica I) e menor grau de isolamento (30mm) para o de maior massa térmica (Massa Térmica II) e maior grau de isolamento (100mm).

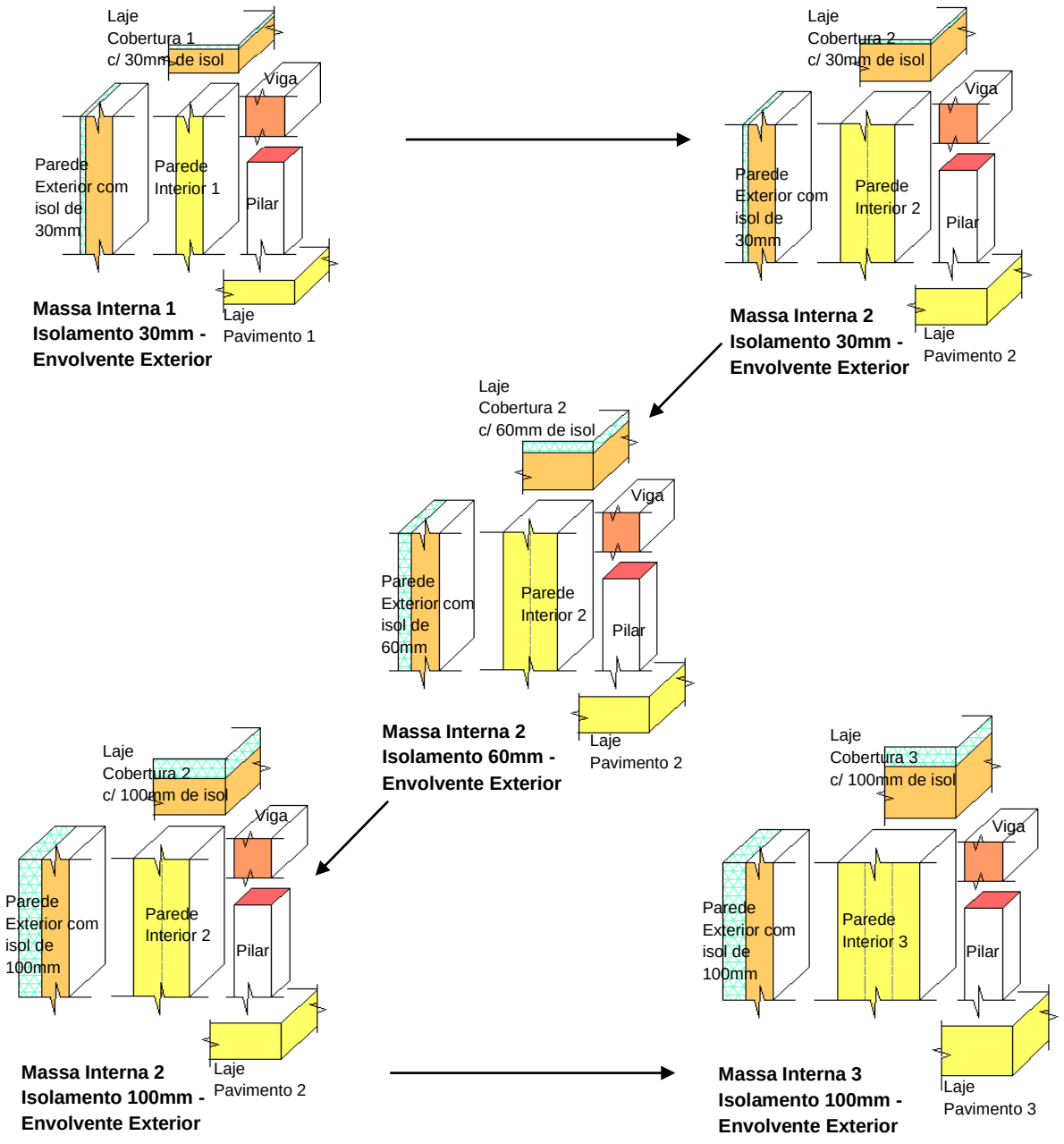


Figura 4.23: Conjunto de elementos construtivos adoptados no estudo.

4.2.6 Ventilação Natural

Para a determinação das taxas de renovação de ar (Rph) a serem adoptadas para este estudo recorreu-se a algumas fontes bibliográficas e de carácter regulamentar; bem como às taxas de renovações de ar observadas ao longo das monitorizações e calibrações dos modelos detalhados (também baseadas nos padrões de utilização das fracções observadas- amostra inicial de edifícios e unidades). A seguir encontra-se de forma sintetizada a análise efectuada para a determinação das taxas assumidas para o desenvolvimento da matriz.

- Valores de Rph verificados nas Monitorizações e Simulações Modelos Detalhados:

Janela Aberta

	Valores de Rph Aberto
Unidade Habitacional	Aberto Verão
H1	1,5-2
H4	1,7-2,8
H8	2-2,5 e 1,5 a 4
H10	1,5-2,5
H12	2-3,5 e 2-5
H13	1,3-1,7
H14	2
H16	2-6
H17	2,8-5
H18	1,5-3,5
H19	2/3-5,5
H21	1,5-3,5

Valores entre 1,5 e 6 (em média entre 2,5 e 3,5 Rph)

Janela Fechada – Infiltrações

	Valores de Rph Fechado	
Unidade Habitacional	Fechado Verão	Fechado Inverno
H1	0,6 a 1,1	0,5-1
H2	0,6 a 0,8	0,7-0,9
H3		0,7
H4	0,6a 0,8	1
H7		
H8	1	1
H9		1
H10	0,6-0,7	0,6-1
H11		1
H12	0,7/0,8	
H13	0,8	0,6
H14	0,6 e 1	0,8
h15		
H16	0,6 e 1	1
h17	1	1
H18	0,6-1	0,6-0,8
H19	1	1
H20		1
H21	0,6-0,9	1
H22		1

Valores entre 0,6 e 1,1 Rph (em média 0,7-0,8 Rph)

Figura 4.24: Valores de taxas de renovação de ar observados nos modelos detalhados simulados.

- Valores de Rph DL Decreto-Lei n.º 80/2006

O Decreto-Lei n.º 80/2006 apresenta valores convencionais de Rph para edifícios de habitação (Quadro IV.1 DL 80/2006), sendo estes valores compreendidos entre 0,6 e 1,15 Rph (podendo estes serem agravados em até 0,20 Rph). O valor de 0,6 Rph é considerado como o mínimo para renovação de ar necessária para a higienização de ambientes e para o conforto dos ocupantes.

2488 DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.º 67 — 4 de Abril de 20

Para efeitos de aplicação deste Regulamento, o grau de exposição é definido do seguinte modo:

QUADRO IV.2

Classes de exposição ao vento das fachadas do edifício ou da fracção autónoma

Altura acima do solo	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
Menor que 10 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
De 10 m a 18 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
De 18 m a 28 m	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Superior a 28 m	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4

Notas

Região A — todo o território nacional, excepto os locais pertencentes à região B.
Região B — Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e as localidades situadas numa faixa de 5 km de largura junto à costa e c de altitude superior a 600 m.
Rugosidade I — edifícios situados no interior de uma zona urbana.
Rugosidade II — edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural.
Rugosidade III — edifícios situados em zonas muito expostas (sem obstáculos que atenuem o vento).

QUADRO IV.1

Valores convencionais de R_{ph} (em h^{-1}) para edifícios de habitação

Classe de exposição	Dispositivos de admissão na fachada	Permeabilidade ao ar das caixilharias (de acordo com a norma EN 12207) — Sem classificação — Caixa de estore		Classe 1 — Caixa de estore		Classe 2 — Caixa de estore		Classe 3 — Caixa de estore		Edifícios conformes com a NP 1037-1
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
1	Sim	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	0,75	0,65	0,60
	Não	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
2	Sim	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	
	Não	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
3	Sim	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
	Não	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	
4	Sim	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
	Não	1,15	1,05	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	

Notas

1 — Quando os dispositivos instalados para admissão de ar nas fachadas não garantirem que, para diferenças de pressão entre 20 Pa e 200 Pa, o caudal não varie mais de 1,5 vezes, os valores do quadro IV.1 devem ser agravados de 0,10.
2 — Quando a área de vãos envidraçados for superior a 15 % da área útil de pavimento, os valores do quadro IV.1 devem ser agravados de 0,10.
3 — Se todas as portas do edifício ou fracção autónoma forem bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro, os valores indicados no quadro IV.1 para edifícios não conformes com a NP 1037-1 podem ser diminuídos de 0,05.

Em Média Rph de 0,8 e 0,9

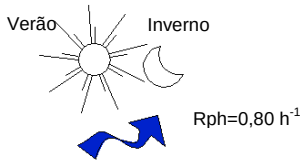
Figura 4.25: Valores de taxas de renovação de ar contemplados no Decreto-Lei n.º 80/2006.

Observação: Nos estudos de *Karin [211]*, *Maldonado e Afonso [92]* foram consideram taxas de renovação de ar em edifícios de habitação, correspondendo a 0,60 Rph na situação de janelas fechadas e de 3Rph na situação de janela aberta.

Para este estudo foram consideradas três situações distintas para renovação de ar por hora (Rph), sendo que os valores adoptados foram obtidos a partir da compilação entre os valores de Rph verificados nas fracções monitorizadas com Decreto-Lei n.º 80/2006 e demais fontes. Desta forma, adoptou-se uma taxa de renovação de ar para quando as janelas fechadas de 0,80 Rph e de 3Rph quando as janelas abertas.

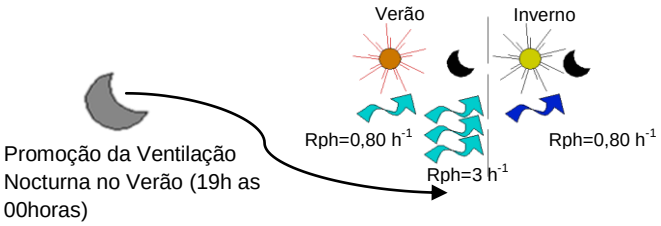
As três situações de renovação de ar no Verão e Inverno, durante o período diurno e nocturno estão especificados a seguir, expressas em h^{-1}.

- Situação 1, ventilação natural do tipo 1 (Rph I): janelas sempre fechadas no Verão e no Inverno (Dia e Noite), sendo esta denominada neste estudo como Rph=0,80 (Rph 0,80 h^{-1} sempre). Renovação de ar devido à infiltração envidraçados;



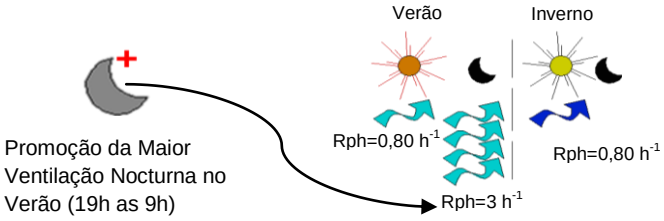
Observação: As soluções que apresentem Portada I ou Estore I podem somente estar associadas a esta renovação de ar (Rph I).

- Situação 2, ventilação natural do tipo 2 (Rph II): janela aberta no período nocturno da estação de aquecimento (Verão – janela aberta das 19h as 00horas com uma taxa de renovação 3 h^{-1}), enquanto no Inverno mantém-se as janelas fechadas constantemente (Dia e Noite), tendo sido esta denominada neste estudo como Rph Noc I.



Observação: As soluções que apresentem Portada II ou Estore II podem somente estar associadas a esta renovação de ar (Rph II).

- Situação 3, ventilação natural do tipo 3 (Rph III): janela aberta no período nocturno da estação de aquecimento (Verão – janela aberta das 19h as 00horas com um Rph 3 h^{-1} e das 00horas as 9h com um Rph 2 h^{-1}), enquanto no Inverno mantém-se as janelas fechadas constantemente (Dia e Noite), tendo sido esta denominada neste estudo como Rph Noc II.



Observação: As soluções que apresentem Portada III ou Estore III podem somente estar associadas a esta renovação de ar (Rph III).

4.2.7 Resumo Variáveis Adoptadas (Matriz)

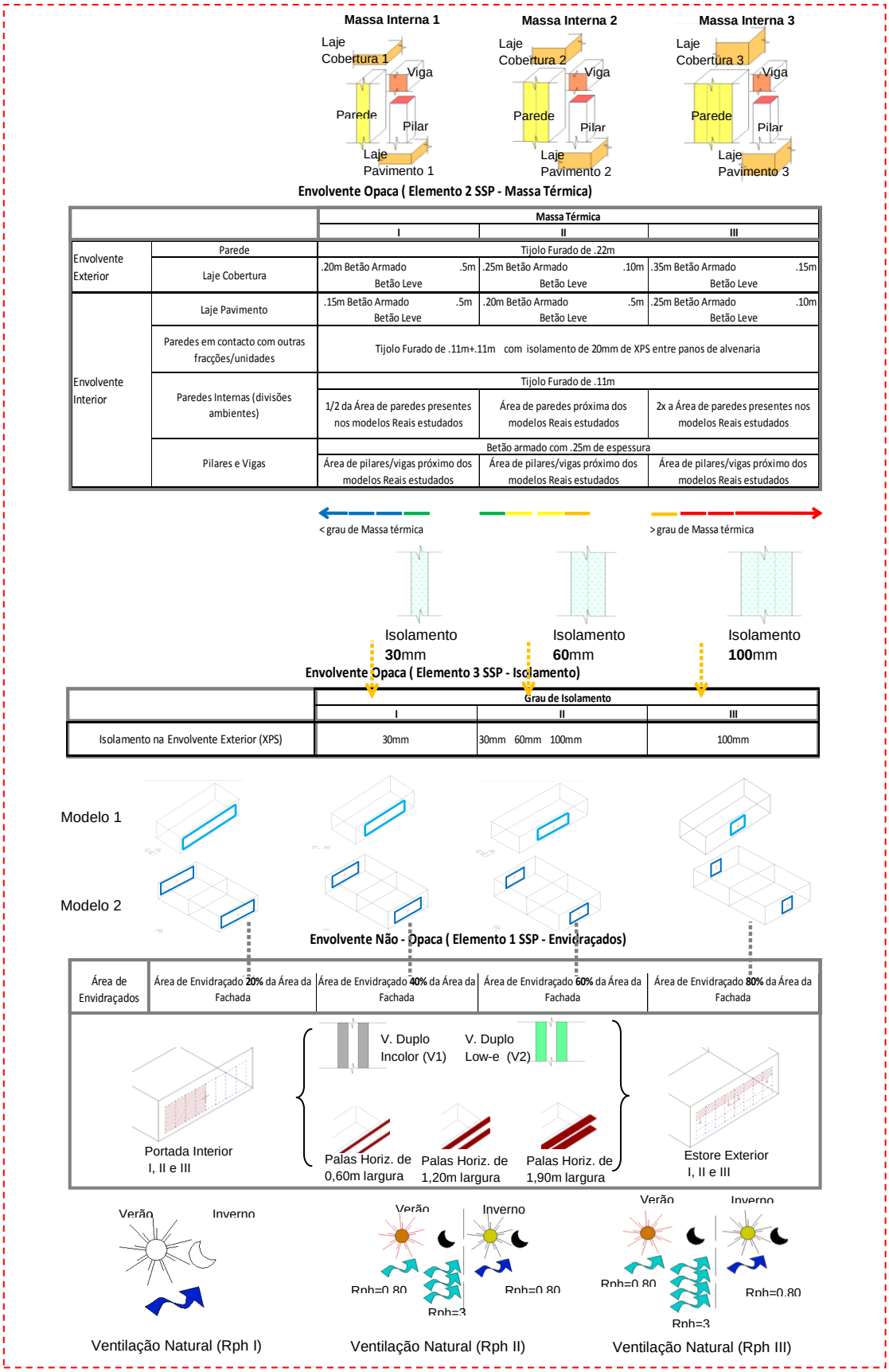


Figura 4.26: Esquema Resumo Variáveis Adoptadas na Matriz de soluções.

4.2.8 A Matriz

Para o estudo em questão foi desenvolvido uma Matriz, a qual teve em consideração os 3 principais elementos constituintes de um Sistema Solar Passivo (SSP), os quais abrangem de certa forma os diferentes elementos presentes nas soluções construtivas comummente presenciadas na construção nacional.

Na figura que se segue poder-se-á verificar de forma esquemática a ideia inicial sobre a qual a Matriz passou a ser desenvolvida.

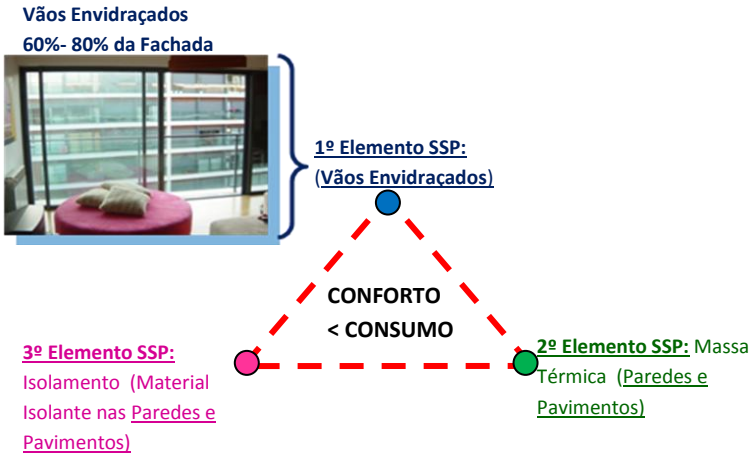
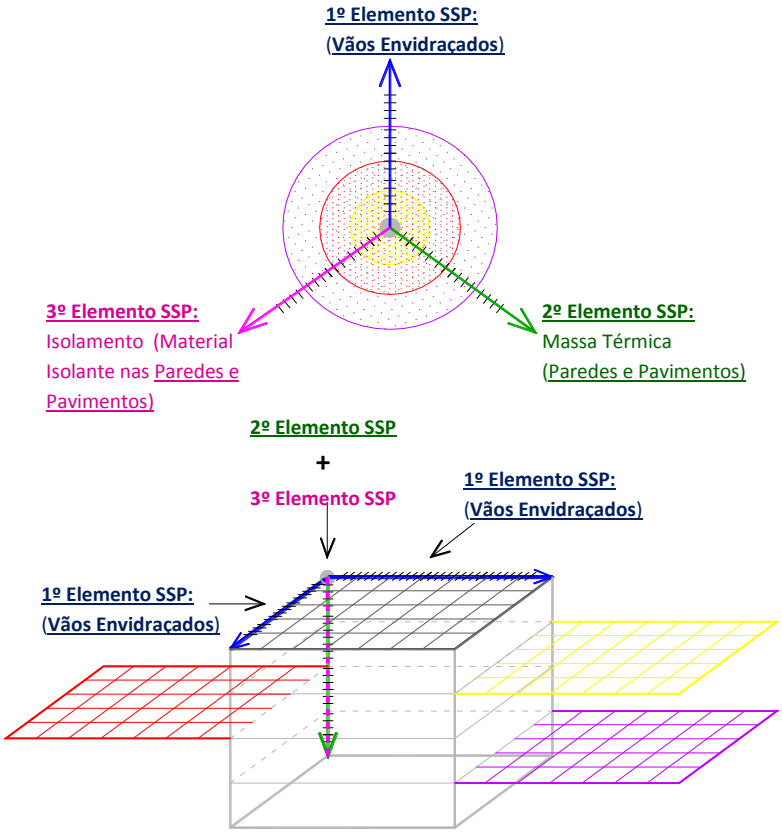


Figura 4.27: Esquema elementos de um Sistema Solar Passivo.

Com base na ideia inicial passou-se a pensar numa Matriz de formato radial (Figura 4.28 e 4.29), depois evoluindo para uma Matriz de formato ortogonal.



Figuras 4.28 e 4.29: Esquema radial e ortogonal, Conceito Base Matriz, organização principais elementos.

Desta forma, evoluiu para uma situação Ortogonal, representada esquematicamente por um cubo (3D), ver figura anterior, sendo que os eixos da ordenada e da abcissa representam os diferentes elementos da Matriz relacionados com a envolvente não-opaca (1º elemento SSP), enquanto o eixo vertical representa os diferentes elementos da Matriz relacionados com a envolvente opaca (2º e 3º elementos SSP).

Imaginando que o cubo representado na figura anterior possa ser seccionado em diversos pontos, o presente trabalho debruça sobre algumas secções de interesse. Ou seja, é como se o cubo fosse laminado em determinados pontos de interesse.

As diferentes secções obtidas foram organizadas seguindo uma lógica, partindo sempre das soluções com menor massa térmica, menor grau de isolamento, ausência de dispositivos de protecção junto dos envidraçados para as soluções com maior massa, maior grau de isolamento e com presença de dispositivos de protecção (interior ou exterior).

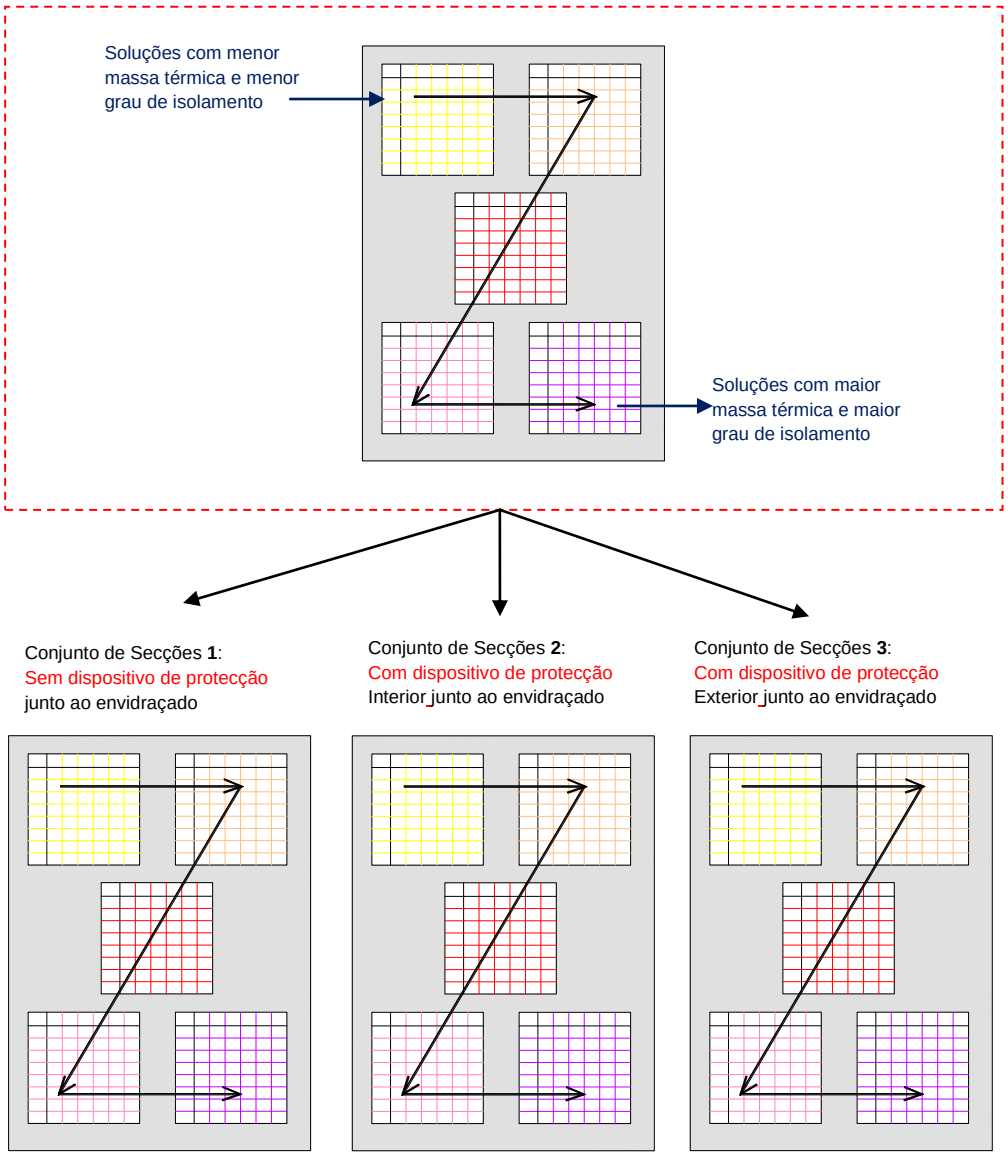


Figura 4.30: Esquema 1 organização diferentes Secções da Matriz.

Portanto para cada Modelo adoptado foi seleccionado um conjunto de secções/soluções a semelhança do esquema apresentado na figura anterior Figura 4.29, seja para o Modelo 1 ou o Modelo 2 em andar intermédio e cobertura.

Através do conjunto de soluções dispostas nas diferentes secções segundo uma lógica organizacional, o leitor/interessado poderá localizar e percorrer a(s) solução(ões) de seu interesse em 2 sentidos/planos, horizontal e vertical.

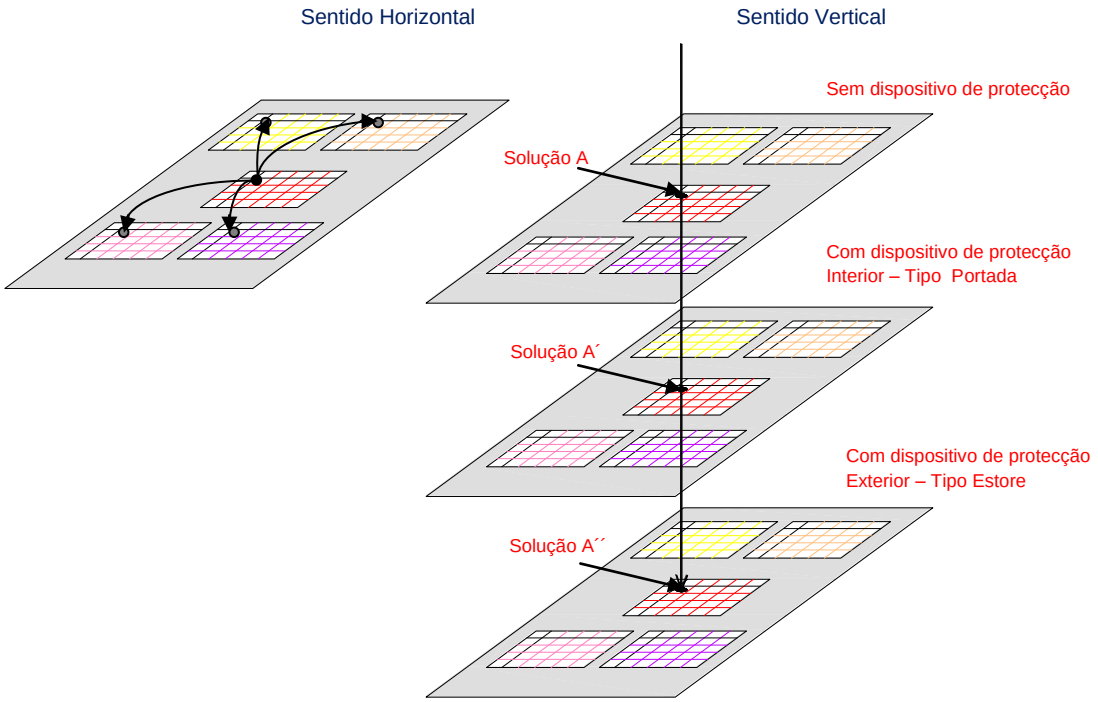


Figura 4.31: Esquema 2 organização diferentes Secções da Matriz.

No sentido horizontal o leitor poderá comparar o efeito de diferentes graus de isolamento e de massa térmica para uma determinada solução, enquanto no sentido vertical poderá comparar o efeito dos diferentes dispositivos de protecção solar junto ao(s) envidraçado(s).

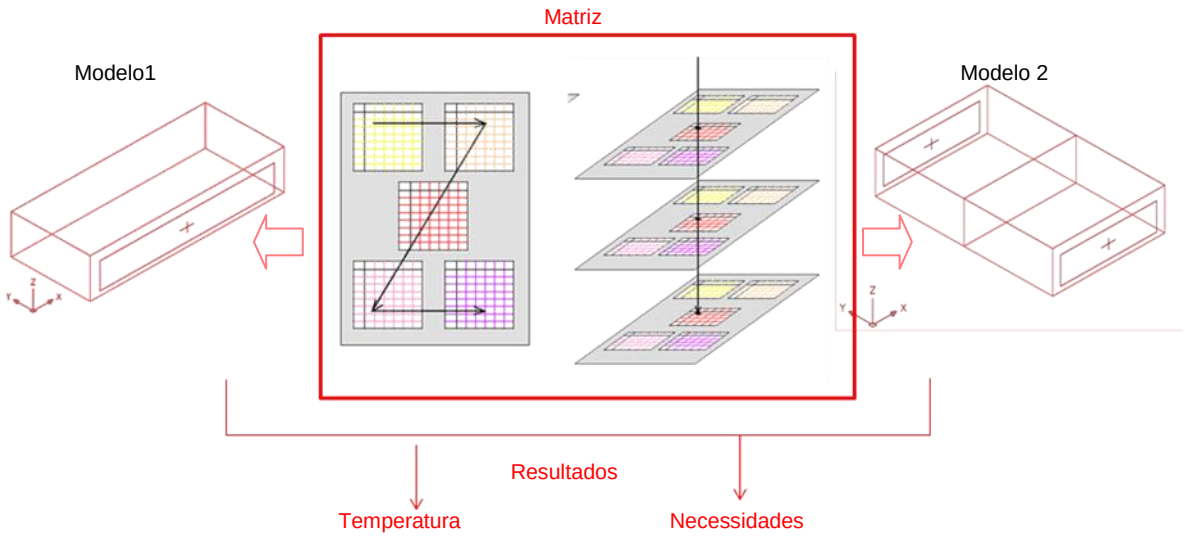


Figura 4.32: Esquema 3 organização diferentes Secções da Matriz.

A seguir encontra-se as secções-base da Matriz referentes aos diferentes modelos (Modelo1 e modelo2), de forma a demonstrar a disposição dos diferentes parâmetros adoptados nas mesmas. Cada célula contida nas diferentes secções corresponde a uma determinada solução construtiva.

			Modelo 1: Intermédio, Cobertura															
Massa Interna:			Area Envidraçado **80%** fachada				Area Envidraçado **60%** fachada				Area Envidraçado **40%** fachada				Area Envidraçado **20%** fachada			
Isolamento (XPS):			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
Sem Palas	Rph=0.8 *	V1																
		V2																
	Rph Noc I **	V1																
		V2																
	Rph Noc II ***	V1																
		V2																
Palas 0.6m	Rph=0.8 *	V1																
		V2																
	Rph Noc I **	V1																
		V2																
	Rph Noc II ***	V1																
		V2																
Palas 1.2m	Rph=0.8 *	V1																
		V2																
	Rph Noc I **	V1																
		V2																
	Rph Noc II ***	V1																
		V2																
Palas 1.9m	Rph=0.8 *	V1																
		V2																
	Rph Noc I **	V1																
		V2																
	Rph Noc II ***	V1																
		V2																

Figura 4.33: Exemplo Secções da Matriz para o Modelo 1 (1 face exposta).

			Modelo 2: Intermédio, Cobertura													
Massa Interna:			Area Envidraçado **80%** fachada					Area Envidraçado **60%** fachada					Area Envidraçado **40%** fachada		Area Envidraçado **20%** fachada	
Isolamento (XPS):			A80 S+N	A 80S + 40N	A80 O+E	A 80O + 40E	A 80E + 40O	A60 S+N	A 60S + 40N	A60 O+E	A 60O + 40E	A 60E + 40O	A40 S+N	A40 O+E	A20 S+N	A20 O+E
Sem Palas	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 0.6m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 1.2m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 1.9m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														

Figura 4.34: Exemplo Secções da Matriz para o Modelo 2 (2 faces expostas).

Nos esquemas que se seguem são ilustradas as secções-base da Matriz referentes aos diferentes modelos (Modelo1 e modelo2) observados nas Figuras4.33 e 4.34.

Figura 4.35: Esquemas Soluções presentes nas Secções da Matriz para o Modelo 1 (1 face exposta).

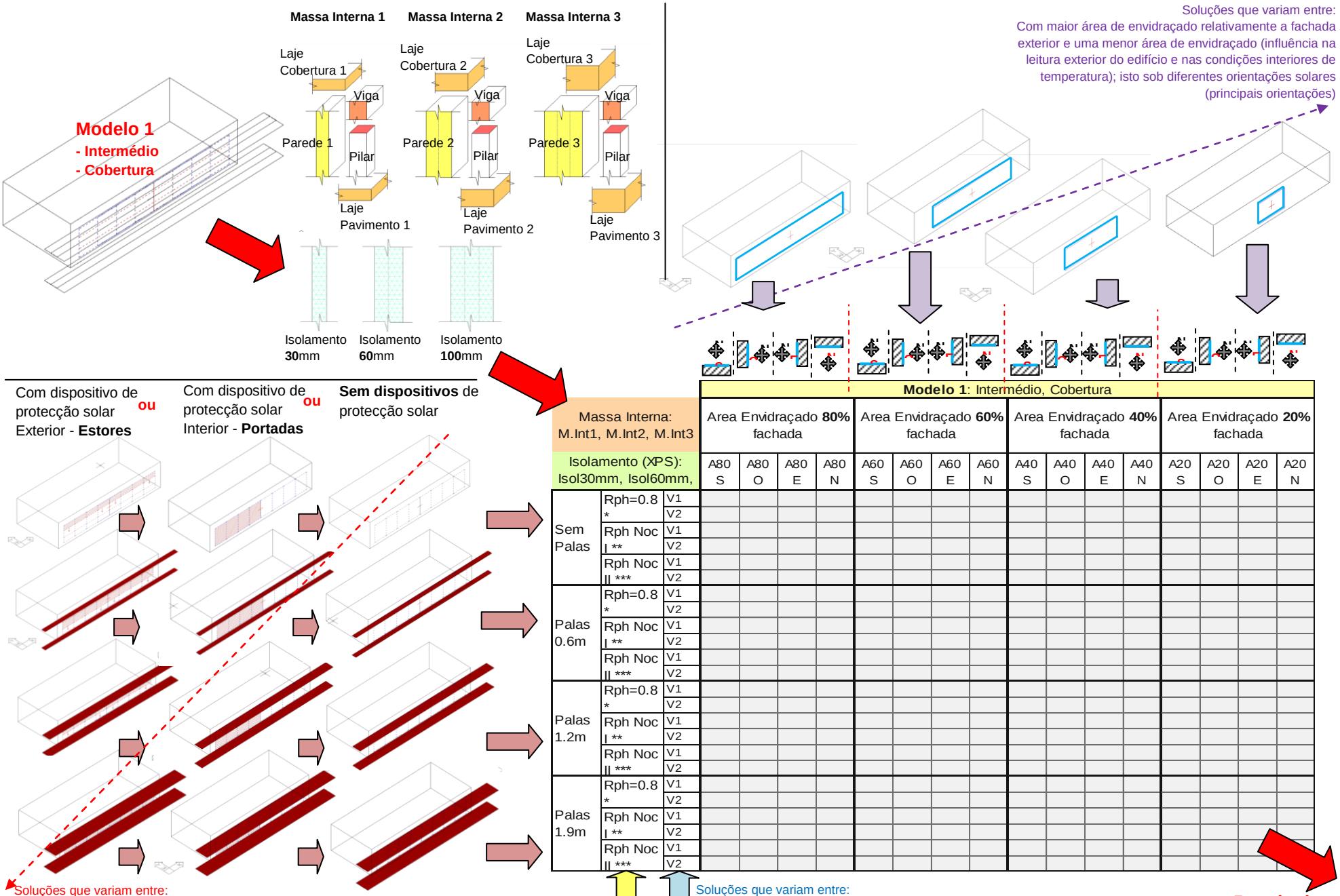
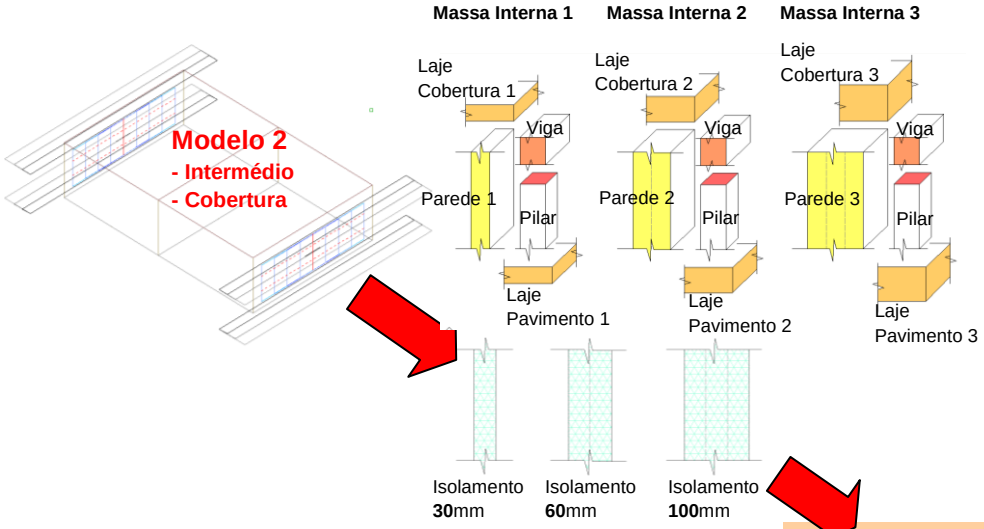
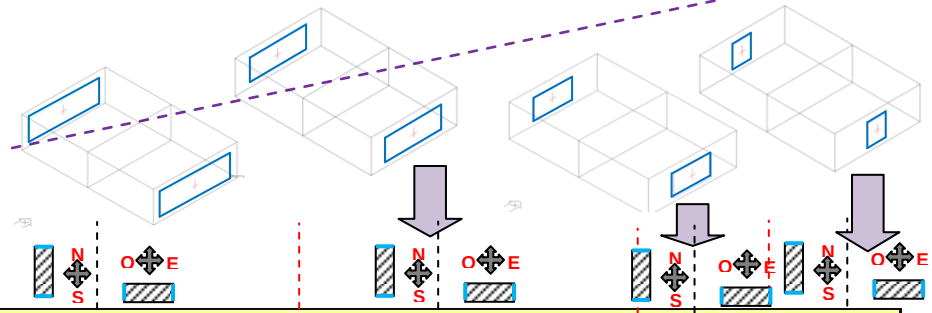


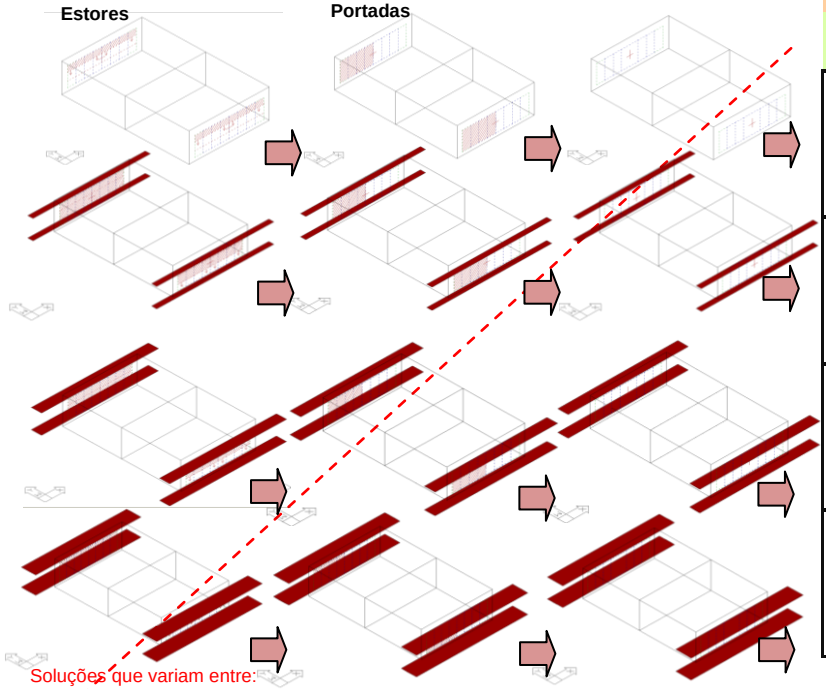
Figura 4.36: Esquemas Soluções presentes nas Secções da Matriz para o Modelo 2 (2 faces expostas).



Soluções que variam entre:
Com maior área de envidraçado relativamente a fachada exterior e uma menor área de envidraçado (influência na leitura exterior do edifício e nas condições interiores de temperatura); isto sob diferentes orientações solares (principais orientações)



Com dispositivo de protecção solar Exterior - **Estores** ou Com dispositivo de protecção solar Interior - **Portadas** ou **Sem dispositivos** de protecção solar



Massa Interna: M.Int1, M.Int2, M.Int3			**Modelo 2**: Intermédio, Cobertura													
			Area Envidraçado **80%** fachada					Area Envidraçado **60%** fachada					Area Envidraçado **40%** fachada		Area Envidraçado **20%** fachada	
Isolamento (XPS): Isol30mm, Isol60mm,			A80 S+N	A 80S + 40N	A80 O+E	A 80O + 40E	A 80E + 40O	A60 S+N	A 60S + 40N	A60 O+E	A 60O + 40E	A 60E + 40O	A40 S+N	A40 O+E	A20 S+N	A20 O+E
Sem Palas	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 0.6m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 1.2m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														
Palas 1.9m	Rph=0.8 *	V1														
		V2														
	Rph Noc I **	V1														
		V2														
	Rph Noc II ***	V1														
		V2														

Soluções que variam entre:
Com menos elementos na fachada a mais elementos na fachada (influência na leitura exterior do edifício e nas condições interiores de temperatura). Soluções a serem combinadas com os 3 tipos de ventilação natural e com dois tipos de vidros duplos

Soluções que variam entre:
Solução com vidro duplo mais frequente na construção em Portugal (vidro duplo incolor – **V1**) a solução de vidro duplo com características especiais presente no mercado nacional (vidro duplo especial – **V2**)

Resultados

4.2.9 Simulações no *EnergyPlus* (E+)

As simulações decorreram de duas formas para as diferentes soluções construtivas da Matriz:

A-) Regime flutuante, sem a existência de sistemas de aquecimento e de arrefecimento. Regime este que permite obter a temperatura interior; importante para a avaliação das soluções em termos das condições interiores de temperatura. Os dados de temperatura são solicitados ao programa *E+* como dados de saída (dados horários fornecidos pelo *E+* em °C).

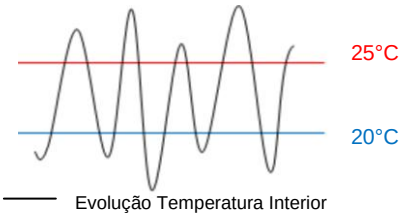


Figura 4.37: Esquema Regime Flutuante.

A partir dos dados de temperatura obtidos por simulação, para cada solução da Matriz (regime flutuante), tornou-se possível obter os seguintes valores: médias das temperaturas máximas, médias e mínimas nas estações de aquecimento e arrefecimento; temperaturas máximas e mínimas absolutas (Verão e Inverno); número de horas que diferentes faixas/bandas de temperatura foram observadas (ocorrência de diferentes valores de temperatura); Graus-Dia de Desconforto de aquecimento e de arrefecimento em diferentes bases de temperatura.

B-) Regime termoestático, com definição de temperaturas de controlo para Verão e Inverno. Neste regime não foi definido nenhum sistema de aquecimento e de arrefecimento específico, mas sim foi utilizado uma opção presente no software *E+* denominado como *compact HVAC Thermostat;* o qual permite que sejam definidas temperaturas de controlo. Para este estudo foi estabelecido 25°C como temperatura de arrefecimento e 20°C como temperatura de aquecimento. Desta forma, para as diferentes soluções da matriz, quando simuladas sob este regime, a temperatura interior das mesmas flutuará somente entre as temperaturas de controlo estabelecidas (20°C e 25°C).

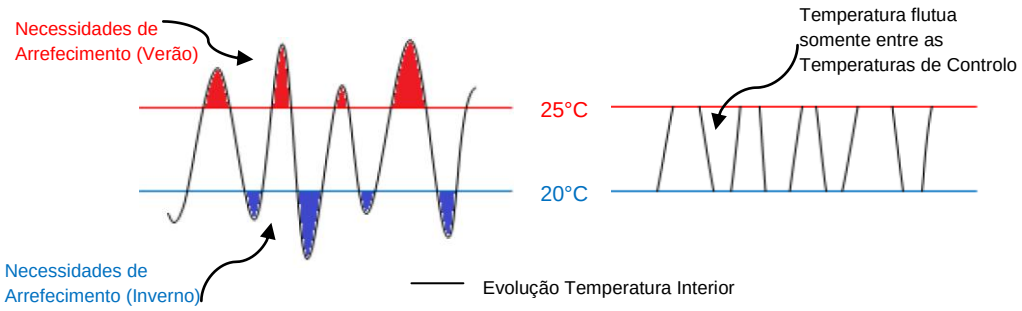


Figura 4.38: Esquema Regime Termoestático.

Assim, para qualquer uma das soluções da Matriz, quando simuladas sob regime termoestático, a quantidade de energia necessária para manter a uma temperatura superior a 20°C corresponde às necessidades de aquecimento e a energia necessária para manter a uma temperatura inferior a 25°C corresponde às necessidades de arrefecimento. Tanto as necessidades de aquecimento, como as necessidades de arrefecimento são solicitadas ao programa *E+* como dados de saída (dados horários fornecidos pelo *E+* em kWh).

Neste estudo, para soluções simuladas sob regime termoestático, quando obtido temperaturas superiores a 25°C na estação de aquecimento (Inverno), estas não foram contabilizadas às necessidades de arrefecimento; e quando obtido temperaturas inferiores a 20°C na estação de arrefecimento (Verão), estas não foram contabilizadas às necessidades de aquecimento.

4.3 Análise Matriz – Modelos 1 e 2

Para as soluções presentes na Matriz deste trabalho, foram efectuadas análises gerais sobre os valores contidos nas diferentes Secções da Matriz, bem como sob as condições interiores de temperatura que conduzem a maior ou menor dispêndio de energia. Estas análises encontram-se por Modelo (1 e 2) e por localização destes no edifício (andar intermédio e cobertura).

A seguir uma introdução geral para melhor compreensão da análise em questão (dados e gráficos apresentados).

4.3.1 Metodologia Análise Matriz – Leitura Dados Secções da Matriz

A seguir encontra-se um exemplo de uma determinada secção da Matriz já preenchida com respectiva legenda (organização dos valores contidos nas Secções da Matriz).

Temp. Med. Max. superior a 30°C
GDD Arrefec (25°C) > 10 000

			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0	V1	0,95		1,30		1,69		1,01		0,71		1,09		1,36		0,92		0,54		0,91		1,06		0,84		0,51		0,76		0,82		0,77	
	.8	V2	0,[illegible]		0,99		1,20		0,88		0,56		0,88		1,02		0,83		0,52		0,79		0,87		0,79		0,56		0,73		0,75		0,75	
	Rph	V1	0,94		1,20		1,57		0,97		0,62		1,00		1,25		0,89		0,48		0,84		0,97		0,82		0,48		0,73		0,77		0,77	
	Noc I	V2	0,57		0,91		1,10		0,85		0,49		0,82		0,94		0,81		0,48		0,75		0,81		0,78		0,54		0,71		0,72		0,75	
	Rph	V1	0,75		1,10		1,45		0,90		0,54		0,91		1,14		0,83		0,41		0,77		0,87		0,78		0,44		0,69		0,70		0,74	
	Noc II	V2	0,49		0,83		0,99		0,80		0,42		0,75		0,84		0,77		0,42		0,69		0,72		0,74		0,51		0,68		0,67		0,73	
V1-D. Incolor			3,3	96,7	32,1	67,9	18,6	81,4	72,3	27,7	9,6	90,4	43,3	56,7	27,6	72,4	78,9	21,1	33,1	66,9	60,2	39,8	43,8	56,2	86,1	13,9	74,5	25,5	81,5	18,5	71,0	29,0	93,0	7,0
V2-D. LOW-E SGG			16,7	83,3	49,7	50,3	33,7	66,3	81,3	18,7	35,5	64,5	61,6	38,4	45,8	54,2	86,1	13,9	62,3	37,7	75,4	24,6	62,8	37,2	90,8	9,2	85,7	14,3	88,7	11,3	82,5	17,5	95,0	5,0
Palas 0.6m	Rph=0	V1	0,58		1,13		1,46		0,98		0,47		0,97		1,20		0,90		0,44		0,84		0,96		0,83		0,50		0,74		0,78		0,77	
	.8	V2	0,46		0,90		1,07		0,87		0,45		0,82		0,93		0,82		0,48		0,76		0,82		0,78		0,55		0,72		0,74		0,75	
	Rph	V1	0,51		1,04		1,35		0,95		0,42		0,90		1,10		0,88		0,40		0,79		0,89		0,81		0,48		0,72		0,75		0,76	
	Noc I	V2	0,41		0,84		0,98		0,84		0,41		0,78		0,86		0,80		0,45		0,73		0,77		0,77		0,55		0,71		0,71		0,75	
	Rph	V1	0,44		0,95		1,24		0,89		0,36		0,82		1,00		0,83		0,35		0,73		0,80		0,78		0,45		0,68		0,68		0,74	
	Noc II	V2	0,35		0,77		0,88		0,80		0,36		0,71		0,77		0,77		0,42		0,68		0,70		0,74		0,53		0,68		0,67		0,73	
V1-D. Incolor			11,5	88,5	42,5	57,5	25,0	75,0	76,0	24,0	26,6	73,4	54,1	45,9	35,4	64,6	81,7	18,3	56,7	43,3	69,3	30,7	52,3	47,7	87,8	12,2	85,6	14,4	86,0	14,0	76,7	23,3	93,7	6,3
V2-D. LOW-E SGG			38,2	61,8	60,3	39,7	42,3	57,7	83,8	16,2	59,0	41,0	70,6	29,4	54,5	45,5	87,9	12,1	78,7	21,3	81,5	18,5	70,0	30,0	91,9	8,1	91,7	8,3	91,3	8,7	86,0	14,0	95,4	4,6
Palas 1.2m	Rph=0	V1	0,43		0,99		1,24		0,95		0,41		0,89		1,05		0,88		0,43		0,80		0,89		0,82		0,53		0,73		0,76		0,76	
	.8	V2	0,42		0,83		0,96		0,85		0,44		0,78		0,86		0,81		0,50		0,74		0,78		0,77		0,58		0,72		0,73		0,74	
	Rph	V1	0,39		0,92		1,15		0,92		0,38		0,83		0,98		0,86		0,41		0,76		0,83		0,81		0,52		0,72		0,73		0,76	
	Noc I	V2	0,39		0,79		0,89		0,83		0,42		0,75		0,81		0,80		0,49		0,72		0,74		0,77		0,58		0,71		0,71		0,75	
	Rph	V1	0,34		0,85		1,05		0,87		0,33		0,77		0,88		0,82		0,38		0,71		0,75		0,77		0,50		0,69		0,68		0,74	
	Noc II	V2	0,35		0,73		0,80		0,79		0,39		0,70		0,73		0,76		0,46		0,69		0,68		0,74		0,56		0,69		0,68		0,73	
V1-D. Incolor			38,9	61,1	56,1	43,9	34,9	65,1	80,1	19,9	57,8	42,2	66,4	33,6	46,1	53,9	84,9	15,1	78,3	21,7	78,2	21,8	62,3	37,7	89,8	10,2	91,8	8,2	89,8	10,2	82,2	17,8	94,5	5,5
V2-D. LOW-E SGG			67,0	33,0	71,5	28,5	53,3	46,7	86,6	13,4	79,5	20,5	79,3	20,7	64,5	35,5	89,9	10,1	88,7	11,3	86,9	13,1	77,2	22,8	93,1	6,9	94,8	5,2	93,4	6,6	89,2	10,8	95,9	4,1
Palas 1.9m	Rph=0	V1	0,43		0,90		1,08		0,93		0,45		0,83		0,95		0,86		0,50		0,77		0,83		0,81		0,58		0,73		0,74		0,76	
	.8	V2	0,47		0,79		0,88		0,83		0,50		0,76		0,81		0,80		0,55		0,74		0,76		0,77		0,62		0,72		0,72		0,74	
	Rph	V1	0,41		0,85		1,00		0,90		0,43		0,80		0,89		0,85		0,49		0,75		0,79		0,80		0,58		0,72		0,73		0,76	
	Noc I	V2	0,46		0,77		0,83		0,82		0,50		0,74		0,77		0,79		0,56		0,73		0,73		0,77		0,62		0,72		0,71		0,74	
	Rph	V1	0,37		0,79		0,91		0,86		0,40		0,75		0,80		0,81		0,47		0,71		0,72		0,77		0,57		0,70		0,68		[illegible]	
	Noc II	V2	0,43		0,72		0,75		0,79		0,48		0,70		0,71		0,76		0,54		0,70		0,68		0,74		0,61		0,70		0,68		0,73	
V1-D. Incolor			70,9	29,1	69,8	30,2	47,3	52,7	84,2	15,8	80,6	19,4	77,5	22,5	58,2	41,8	87,9	12,1	88,6	11,4	85,5	14,5	72,1	27,9	91,7	8,3	94,6	5,4	92,8	7,2	86,8	13,2	95,[illegible]	4,7
V2-D. LOW-E SGG			84,0	16,0	80,9	19,1	64,6	35,4	89,2	10,8	89,0	11,0	86,1	13,9	73,8	26,2	91,7	8,3	93,1	6,9	90,9	9,1	83,2	16,8	94,2	5,8	96,1	3,9	95,0	5,0	91,7	8,3	96,[illegible]	3,6

Temp. Med. Min. Inferior a 13°C
GDD Aquec (20°C) > 25 000

Legenda

	Temp. Med. Min. Inferior a 13°C	GDD Aquec (20°C) > 25 000
	Temp. Med. Max. superior a 30°C	GDD Arrefec (25°C) > 10 000
superior a 1		
1	**1= XXXX,XX kWh**	**Solução de Referência**
inferior a 1		
	entre 0.8 e 1	até 20% melhor que Solução de referência
	entre 0.6 e 0.8	até 40% melhor que Solução de referência
	entre 0.4 e 0.6	até 60% melhor que Solução de referência
	entre 0.2 e 0.4	até 80% melhor que Solução de referência
	entre 0.0 e 0.2	até 100% melhor que Solução de referência

Figura 4.39: Exemplo Secção Matriz Preenchida com respectiva Legenda.

Para os diferentes Modelos do estudo (1 e 2) foi seleccionado uma solução de referência, tendo sido assim atribuído o valor (1) para estas soluções-referência. Valores dentro das células correspondem a: razão entre a solução de referência e a solução em questão. Portanto quando: valor maior que 1 a solução em questão é pior que a de referência; valor menor que 1 a solução em questão é melhor que a de referência.

$$\frac{\text{Solução x....Xn}}{\text{Solução de referência}}$$

Através destas tabelas: O leitor consegue rapidamente comparar soluções Matriz (saber em termos percentuais quanto uma solução é melhor ou pior que outra), bem como obter valores de energia de aquecimento e de arrefecimento.

4.3.1.1 Condições de Referência

- Condições de Referência de Verão adoptada no presente estudo:

Condições de Referência de Verão, adoptada para este estudo, corresponde as condições interiores de temperatura que conduzam a maiores dispêndios de energia na estação de arrefecimento, para tal foi adoptado como limite de referência, uma média da temperatura máxima de 30°C. Portanto as soluções que apresentarem média das temperaturas máximas na estação de arrefecimento acima deste limite de referência (30°C), são denominadas neste estudo como soluções em situação crítica, com tendência a maiores dispêndios de energia nesta mesma estação.

Este limite de referência, com base na média das temperaturas máximas diárias na estação de arrefecimento, também pode ser representado em termos de Graus-dia de arrefecimento (GDD arrefecimento) por um valor de 10.000 GDDarrefec. quando na base 25°C. Assim como, em termos de necessidades de arrefecimento pode também ser representado pelo valor 30 kWh/m².

Obs: 1-) O presente estudo não se trata de uma aplicação do Decreto-Lei n.º 80/2006, entretanto este adopta um valor limite de necessidades de arrefecimento (30 kWh/m²) próximo ao contemplado no Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios. 2-) Nas diversas Secções da Matriz as soluções que apresentam estas condições de desempenho térmico estão evidenciadas com a cor vermelha.

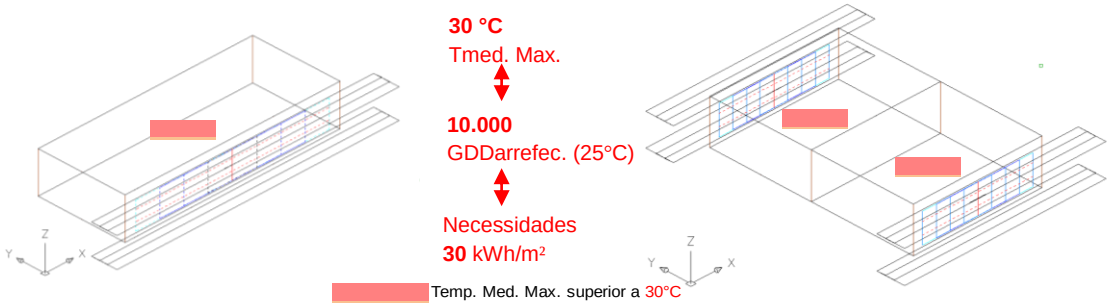


Figura 4.40: Esquema Condições de Referência de Verão.

- Condições de Referência de Inverno adoptada no presente estudo:

Condições de Referência de Inverno, adoptada para este estudo, corresponde as condições interiores de temperatura que conduzam a maiores dispêndios de energia na estação de aquecimento, para tal foi adoptado como limite de referência, uma média da temperatura mínima de 13°C. Portanto as soluções que apresentarem média das temperaturas mínimas na estação de aquecimento abaixo deste limite de referência (13°C), são denominadas neste estudo como soluções em situação crítica, com tendência a maiores dispêndios de energia nesta mesma estação.

Este limite de referência, com base na média das temperaturas mínimas diárias na estação de aquecimento, também pode ser representado em termos de Graus-dia de aquecimento (GDD aquecimento) por um valor de 25.000 GDDaquec. quando na base 20°C, ou 23.000 na base 19°C, ou 20.000 na base 18°C. Assim como, em termos de necessidades de aquecimento pode também ser representado pelo valor de 50 kWh/m².

Obs: 1-) O presente estudo não se trata de uma aplicação do Decreto-Lei n.º 80/2006, entretanto este adopta um valor limite de necessidades de aquecimento (50 kWh/m²) próximo ao contemplado no Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios. 2-) Nas diversas Secções da Matriz as soluções que apresentam estas condições de desempenho térmico estão evidenciadas com a cor roxa.

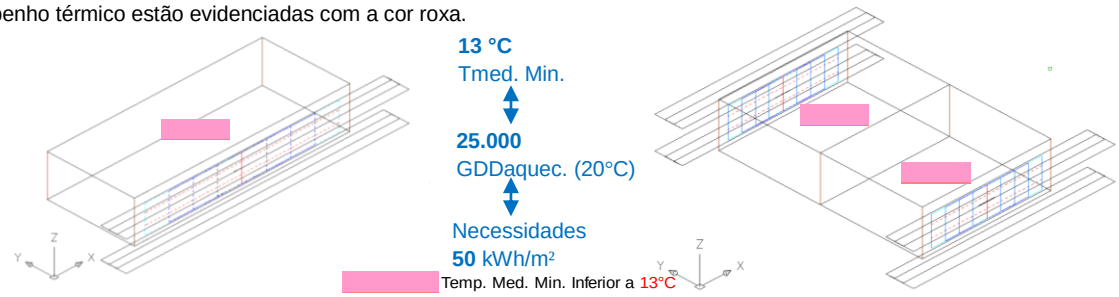


Figura 4.41: Esquema Condições de Referência de Inverno.

- Identificação das soluções da Matriz que não apresentam maior dispêndio de energia em ambas as estações de Verão e de Inverno:

As soluções da Matriz que não apresentam maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e arrefecimento; bem como média das temperaturas máximas diárias superior a 30°C (na estação de arrefecimento) e média das temperaturas mínimas Inferior a 13°C (na estação de aquecimento); estão indicadas nas diversas secções da Matriz em tons de azul. Para melhor visualização do leitor, estas estão marcadas com tons de azul, os quais indicam percentagens de melhora relativamente as soluções de referência escolhidas para o estudo em questão (ver características soluções de referência na Secção a seguir 4.3.1.2)

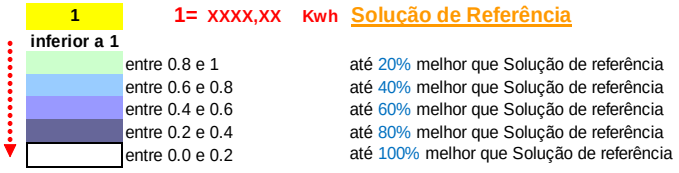
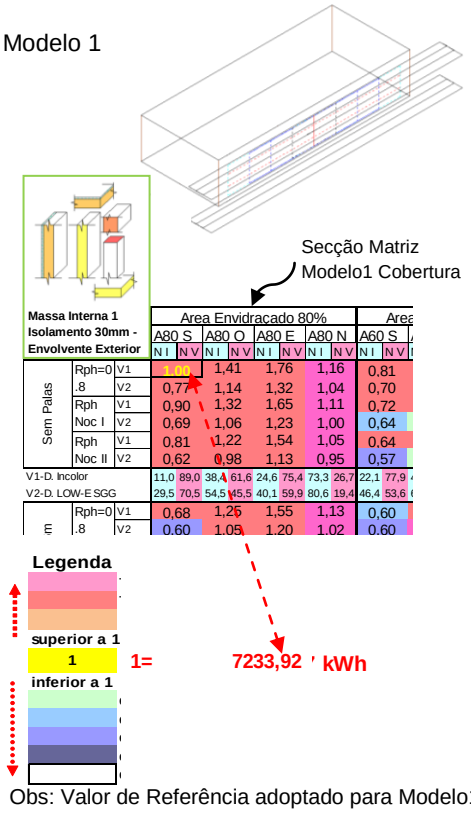


Figura 4.42: Legenda soluções da Matriz que não apresentam maior dispêndio de energia em ambas as estações de Verão e de Inverno.

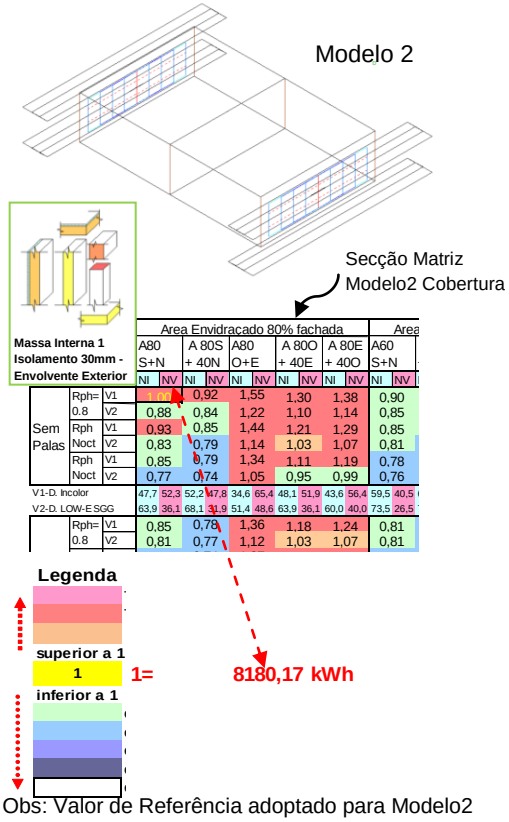
4.3.1.2 Solução de Referência

A solução de referência, para os dois modelos, foi adoptada de forma a corresponder a uma solução com menores nível de isolamento de massa térmica e de taxa de ventilação, desprovido de qualquer dispositivo de protecção junto ao envidraçado, e maiores áreas de envidraçado e de factor de forma (andar de cobertura). O valor em kWh da solução de referência está sempre indicado na legenda das respectivas secções da Matriz.



Obs: Valor de Referência adoptado para Modelo1 (andar intermédio e cobertura). Obtido por simulação.

Solução de referência.
Adoptado valor = 1
Maior Aenv a Sul associado a solução construtiva de maior U envolvente opaca e não-opaca, Rph1=0,8 (Verão e Inverno), e sem dispositivo de protecção



Obs: Valor de Referência adoptado para Modelo2 (andar intermédio e cobertura). Obtido por simulação.

Solução de referência.
Adoptado valor = 1
Maior Aenv a Sul associado a solução construtiva de maior U envolvente opaca e não-opaca, Rph1=0,8 (Verão e Inverno), e sem dispositivo de protecção

Figura 4.43: Soluções de Referência Modelo 1 e 2.

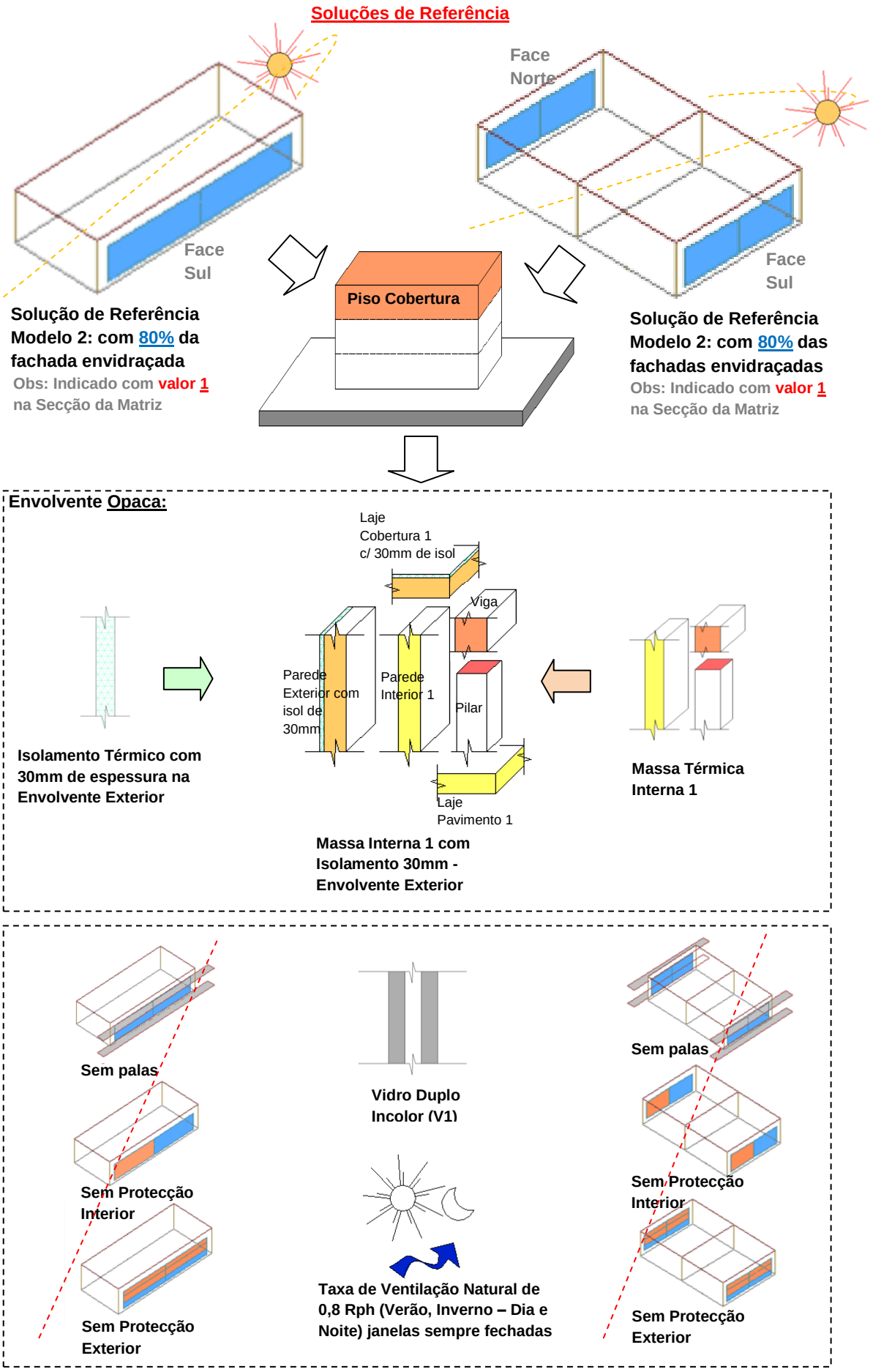


Figura 4.44: Ilustração das Características Construtivas das Soluções de Referência Modelo 1 e 2.

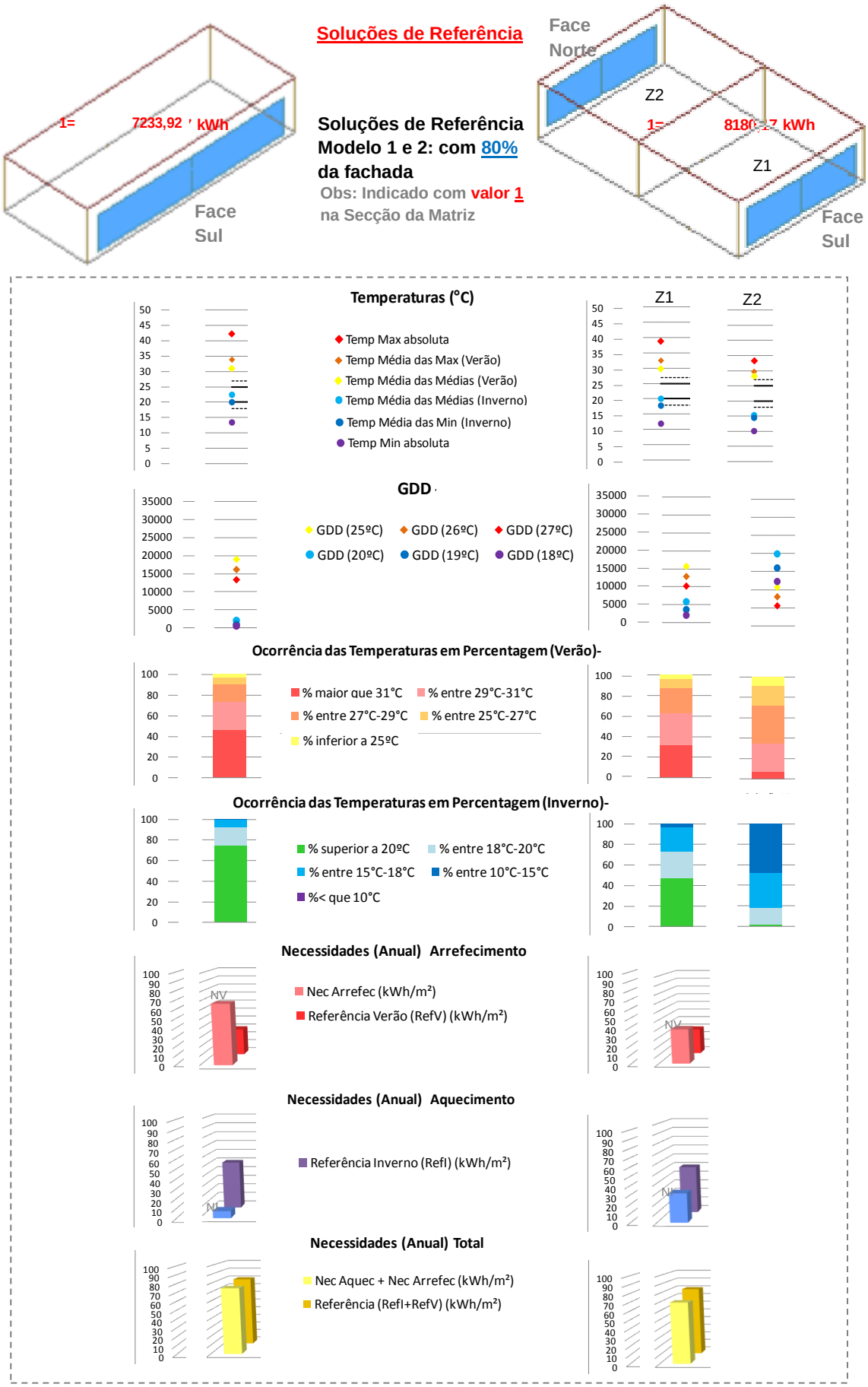


Figura 4.45: Características Térmicas e Energéticas das Soluções de Referência Modelo 1 e 2.

4.3.1.3 Obtenção dos valores presentes nas Secções referentes à Matriz (para cada solução)

Para a obtenção dos diversos valores presentes nas Secções da Matriz, foram utilizados dados de energia (necessidades de aquecimento e necessidades de arrefecimento). Para a obtenção do valor correspondente as necessidades dos diferentes modelos, estes foram simulados com auxílio do programa EnergyPlus, de forma a estas necessidades serem contabilizadas quando a temperatura durante os meses de Verão fosse superior a 25°C e durante os meses de Inverno fosse inferior a 20°C (RCCTE de 2006).

$$\frac{(\text{Nec Aquec Solução X…Xn} + \text{Nec Arrefec Solução X…Xn})}{(\text{Nec Aquec Solução Referência} + \text{Nec Arrefec Solução Referência})}$$

Portanto o valor contido em cada célula da Matriz compreende as necessidades de aquecimento e de arrefecimento. Ou seja um único valor capaz de representar as necessidades referentes a cada solução.

4.3.1.4 Projecções presentes na Matriz - referente a futuras exigências quanto a qualidade termo-energéticas das soluções construtivas

As diferentes secções da Matriz presentes neste trabalho foram formatadas por forma a obedecerem um padrão de cores consoante os valores apresentados nas mesmas, isto para que através deste padrão de cores (por vezes manchas) é possível visualmente identificar as soluções mais problemáticas (representadas com cores laranja-vermelho-roxo), bem como aquelas que apresentam melhor comportamento térmico e energético (representadas com cores azuladas).

Dentre aquelas que apresentam um comportamento térmico aceitável (soluções representadas nas secções da Matriz com valores inferiores a 1, com Temp. Med Max. Verão Inferior a 30°C, Temp. Med Min. Inverno superior a 13°C), procurou-se através de diferentes tons de azul marcar quais soluções teriam mais possibilidade de atender exigências futuras da ordem de até: 20% melhor que a solução de referência, 40% melhor que a solução de referência, 60% melhor que a solução de referência, 80% melhor que a solução de referência, e 100% melhor que a solução.

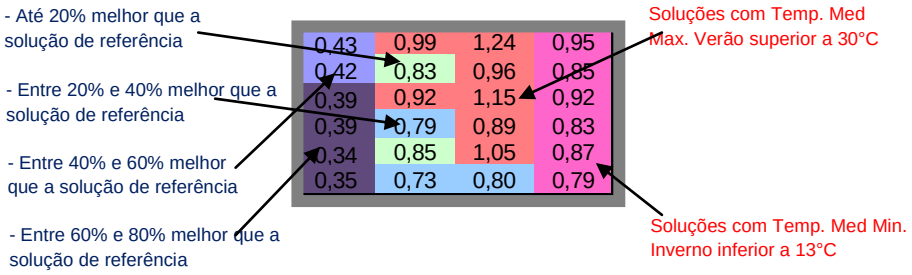
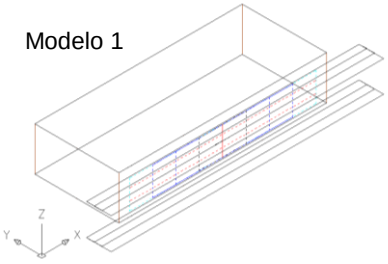


Figura 4.46: Exemplo Identificação das Soluções na Matriz.

4.3.1.5 Obtenção dos valores de Necessidades de Aquecimento e Arrefecimento a partir dos valores presentes em cada célula da Matriz

Para que o leitor possa obter rapidamente o consumo anual correspondente a uma determinada solução presente na Matriz, deverá multiplicar o valor correspondente a solução de interesse (presente na Matriz) pelo valor correspondente a solução de referência expresso na legenda (em kWh).

Modelo 1



Exemplo Modelo1: Solução indicada na figura a seguir com o valor de 1,41. Portanto significa que a solução de referência é 41% melhor que esta.

			Area Envidra				
			A80 S		A80 O		A
			N I	N V	N I	N V	N
Sem Palas	Rph=0	V1	1,00		1,41		
	.8	V2	0,77		1,14		
	Rph	V1	0,90		1,32		
	Noc I	V2	0,69		1,06		
	Rph	V1	0,81		1,22		
	Noc II	V2	0,62		0,98		
V1-D. Incolor			11,0	89,0	38,4	61,6	2
V2-D. LOW-E SGG			29,5	70,5	54,5	45,5	4
	Rph=0	V1	0,68		1,25		

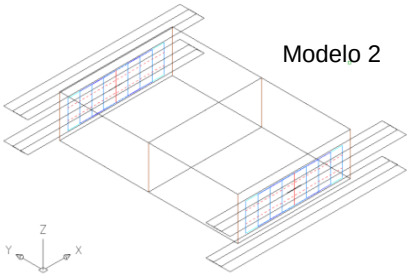
Tendo em conta que a solução de referência (valor=1) corresponde em termos globais a 7233,92 kWh, a solução indicada na figura apresenta (7233,92 kWh) x 1,41, sendo igual a 10199,82 kWh.

			Area Envidra				
			A80 S		A80 O		A
			N I	N V	N I	N V	N
Sem Palas	Rph=0	V1	1,00		1,41		
	.8	V2	0,77		1,14		
	Rph	V1	0,90		1,32		
	Noc I	V2	0,69		1,06		
	Rph	V1	0,81		1,22		
	Noc II	V2	0,62		0,98		
V1-D. Incolor			11,0	89,0	38,4	61,6	2
V2-D. LOW-E SGG			29,5	70,5	54,5	45,5	4
	Rph=0	V1	0,68		1,25		

Como a solução adoptada para o exemplo apresenta vidro V1 (duplo incolor):

- 38,4% de 10199,82 kWh corresponde as Necessidades de Aquecimento (3916,73 kWh).
- 61,6% de 10199,82 kWh corresponde as Necessidades de Arrefecimento (6283,08 kWh).

Modelo 2



Exemplo Modelo2: Solução indicada na figura a seguir com o valor de 0,84. Portanto significa que a solução indicada é 16% melhor que a de referência.

			Area Envidraç				
			A80 S+N		A 80S + 40N		A O
			NI	NV	NI	NV	NI
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	1,00		0,92		
		V2	0,88		0,84		
	Rph Noct	V1	0,93		0,85		
		V2	0,83		0,79		
	Rph Noct	V1	0,85		0,79		
		V2	0,77		0,74		
V1-D. Incolor			47,7	52,3	52,2	47,8	34
V2-D. LOW-E SGG			63,9	36,1	68,1	31,9	51
	Rph=	V1	0,85		0,78		

Tendo em conta que a solução de referência (valor=1) corresponde em termos globais a 8180,17 kWh, a solução indicada na figura apresenta (8180,17 kWh) x 0,84, sendo igual a 6871,34 kWh.

			Area Envidraç				
			A80 S+N		A 80S + 40N		A O
			NI	NV	NI	NV	NI
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	1,00		0,92		
		V2	0,88		0,84		
	Rph Noct	V1	0,93		0,85		
		V2	0,83		0,79		
	Rph Noct	V1	0,85		0,79		
		V2	0,77		0,74		
V1-D. Incolor			47,7	52,3	52,2	47,8	34
V2-D. LOW-E SGG			63,9	36,1	68,1	31,9	51
	Rph=	V1	0,85		0,78		

Como a solução adoptada para o exemplo apresenta vidro V2 (duplo baixo emissivo):

- 68,1% de 6871,34 kWh corresponde as Necessidades de Aquecimento (4679,38 kWh).
- 31,9% de 6871,34 kWh corresponde as Necessidades de Arrefecimento (2191,95 kWh).

Figura 4.47: Exemplo identificação e obtenção dos valores de Necessidades de Aquecimento e Arrefecimento a partir dos valores presentes em cada célula da Matriz.

Assim, facilmente se consegue obter valores de necessidades em kWh a partir das tabelas/secções Matriz. Tendo sido adoptado como período de arrefecimento (Verão) os meses correspondentes a Junho, Julho, Agosto e Setembro (como considerado no Decreto-Lei n.º 80/2006); e o período de aquecimento (Inverno) os meses de Novembro a Março, isto tendo em conta que no DL 80/2006 a estação de aquecimento convencional corresponde ao período do ano com início no primeiro decêndio (10 dias) posterior a 1 de Outubro em que a temperatura média diária é inferior a 15 ºC (correspondendo ao Dia 11 de Novembro no ficheiro climático utilizado nas simulações para a cidade de Lisboa) e com termo no último decêndio (10 dias) anterior a 31 de Maio em que a referida temperatura é ainda inferior a 15 ºC (correspondendo ao Dia 16 de Abril no ficheiro climático utilizado nas simulações para a cidade de Lisboa).

Desta forma, como já demonstrado anteriormente, uma parcela do valor em kWh corresponde as necessidades de aquecimento e outra parcela as necessidades de arrefecimento, representadas nas diferentes secções pelas nomenclaturas NI e NV adoptada para este trabalho (não tendo nenhuma correlação directa com as nomenclaturas utilizadas no DL 80/2006).

Através dos percentuais apontados nas secções Matriz, que correspondem a parcela de necessidades de aquecimento e de arrefecimento, com base nestes indicadores, torna-se perceptível o comportamento da solução em questão ao longo do ano (e nas estações estremas), bem como qual ou quais atenções dever-se-á ter com a mesma (em que situação é mais preocupante – Verão ou Inverno). Obs: sendo estes valores também indicadores do grau de desconforto, isto tendo em conta que as necessidades são proporcionais aos graus-dia-de-desconforto.

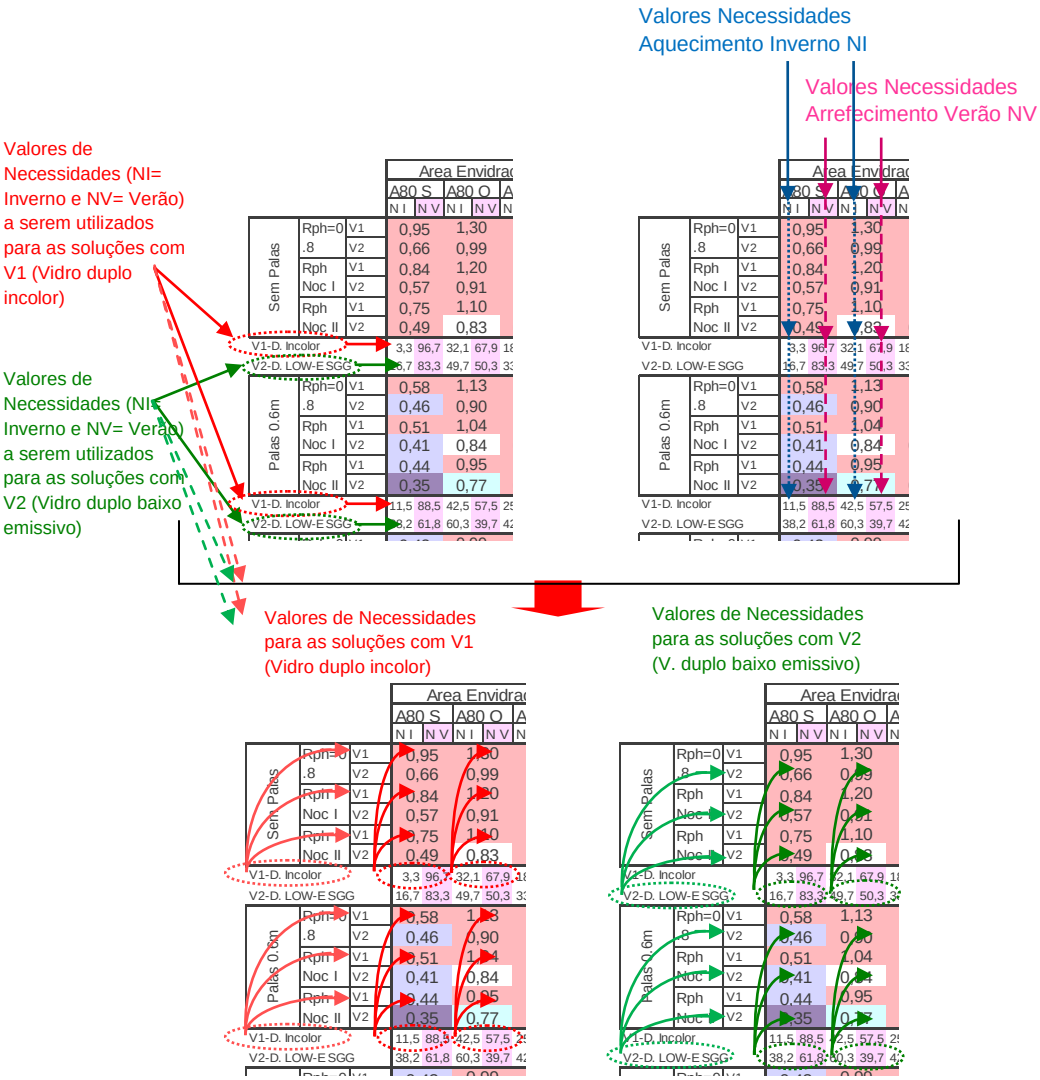


Figura 4.48: Exemplo organização e localização das parcelas correspondentes as necessidades de arrefecimento, representadas nas diferentes secções da Matriz.

4.3.1.6 Análise Matriz – Introdução Leitura dados Temperatura

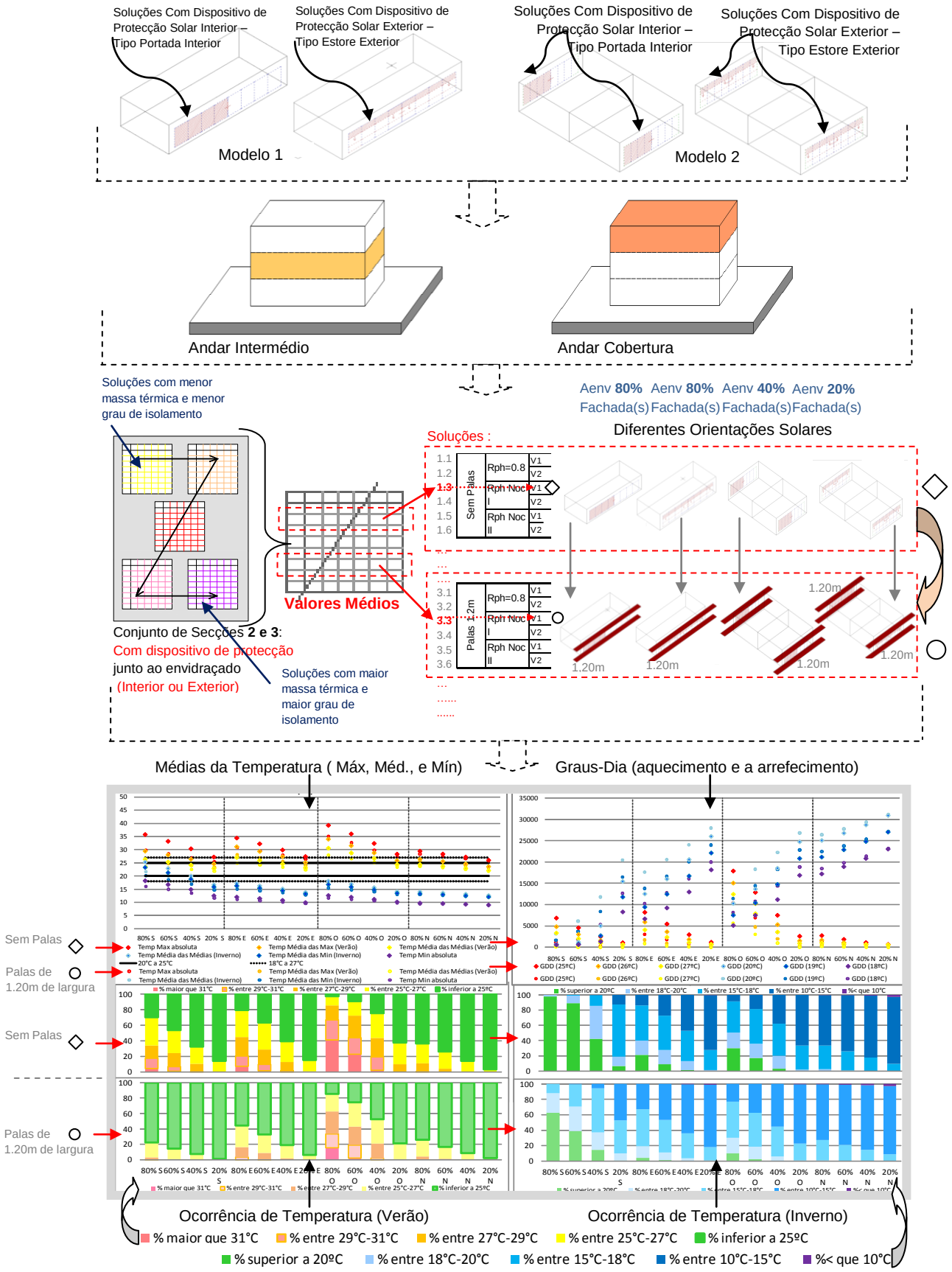


Figura 4.49: Exemplo leitura dados de temperatura para soluções da Matriz com dispositivo de protecção solar.

4.3.1.7 Considerações na Análise Modelos 1 e 2

Conforme a área de envidraçado é menor e a dimensão das palas maior (principalmente superior a 1.20m), as necessidades de aquecimento tendem a apresentam uma maior parcela de consumo anual. Enquanto, na situação inversa é a parcela referente as necessidades de arrefecimento a apresentar-se crescente com relação ao consumo anual.

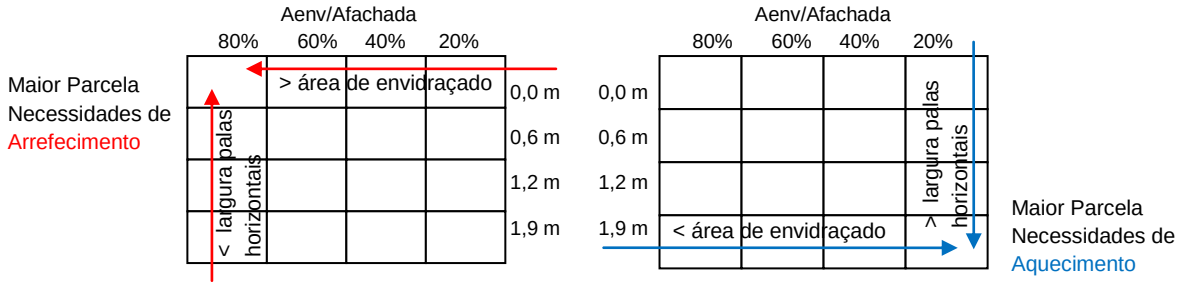


Figura 4.50: Esquema Secções Matriz, tendência valores de necessidades de aquecimento e de arrefecimento.

Ao observar as diversas Secções da Matriz, para os diferentes modelos (1 e 2), verifica-se que os resultados globais de desempenho térmico-energético das soluções presentes nas mesmas podem ser reunidos por faixas, no sentido diagonal.

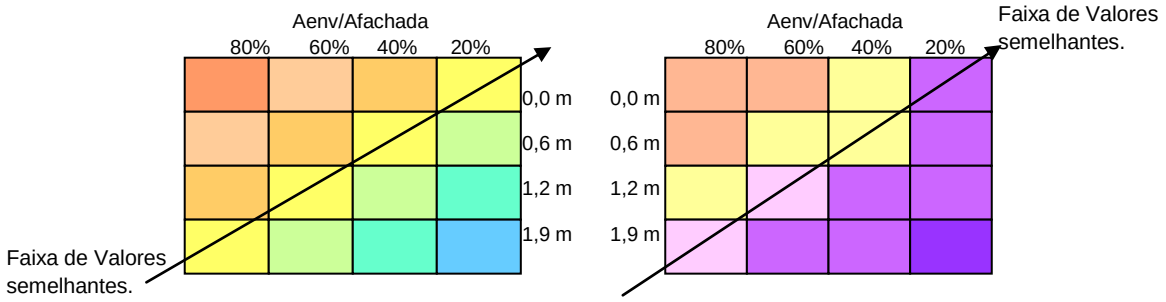


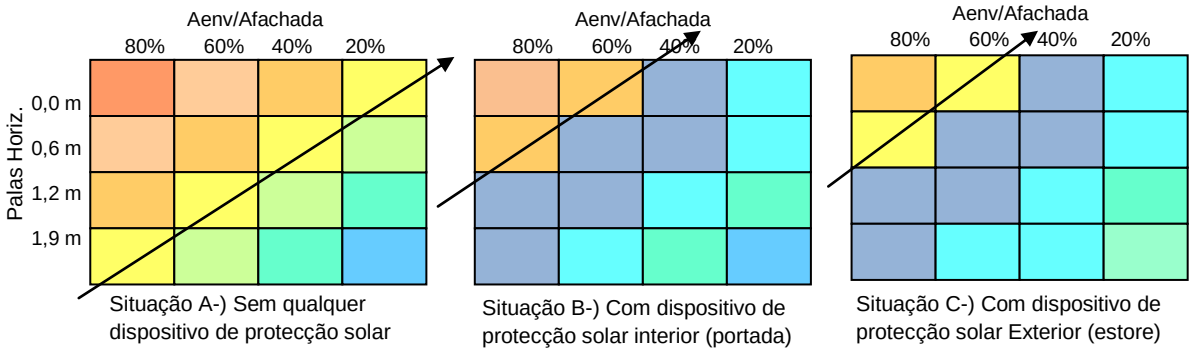
Figura 4.51: Esquema Secções Matriz, faixa de valores semelhantes (geral).

Por exemplo, os resultados globais para as diferentes soluções com área de 80% de envidraçado e palas de 1.90m, são semelhantes aos resultados das: soluções com área de envidraçado 60% de envidraçado e palas de 1.20m; soluções com área de envidraçado 40% fachada e pala de 0.60m; e soluções com área de envidraçado 20% da fachada e sem palas.

Desta forma, a partir das diferentes secções da Matriz apresentadas é possível:

- Comparar soluções;
- Obter informações e dados rapidamente;
- Fazer projecções relativamente a futuras exigências quanto à qualidade termo-energética das soluções;
- Perceber quais soluções necessitam de maiores cuidados e sob qual (situação mais crítica no Verão ou/e no Inverno);
- Ter noção do comportamento das diferentes soluções não só durante estação de arrefecimento ou/e de aquecimento, mas também durante o ano todo. Sendo esta uma maneira importante de também se avaliar as soluções (não só nas estações extremas).
- Compreender quais parâmetros da Matriz podem influenciar;
- Verificar e quantificar as alterações a efectuar sobre a solução inicial (adoptada pelo profissional interessado) por forma a melhorá-la;

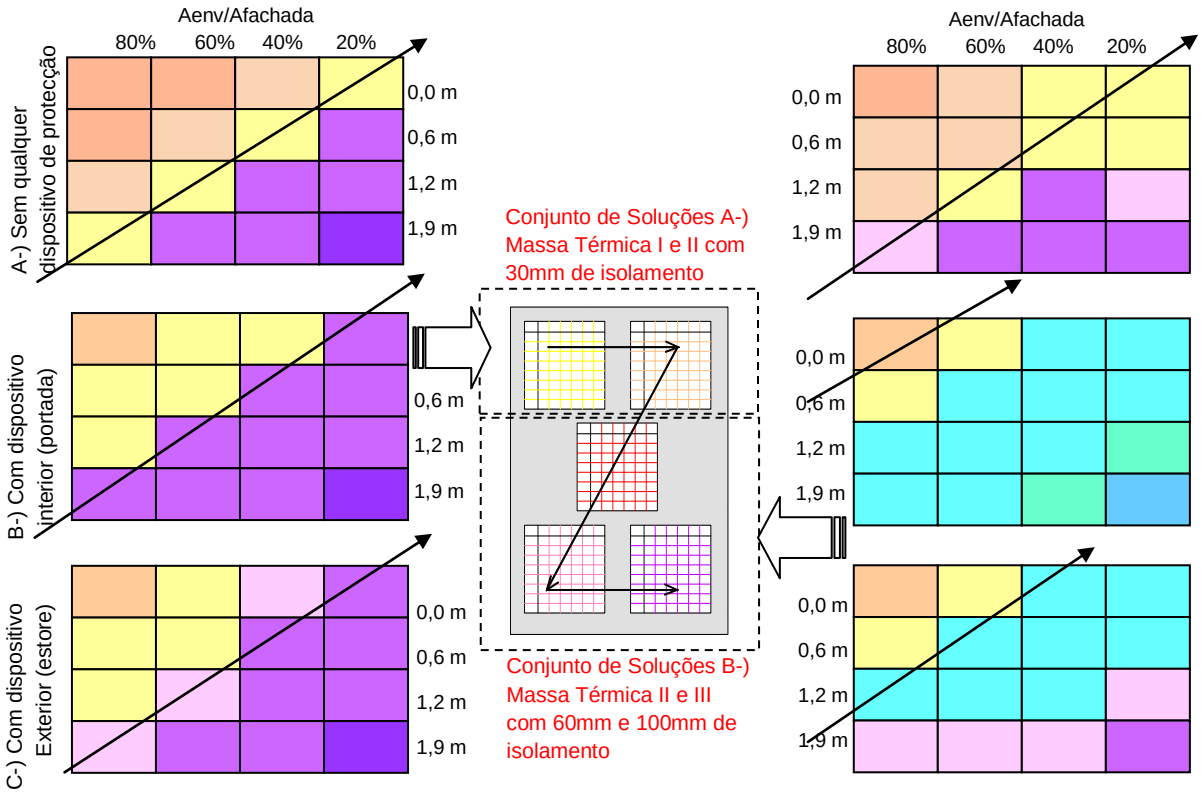
Esquema Andar Intermédio (Modelo 1 e 2):



Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento.

Figura 4.52: Esquema Exemplo Secções Matriz para os Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio, faixa de valores semelhantes por tipo de dispositivo de protecção.

Esquema Andar Cobertura (Modelo 1 e 2):

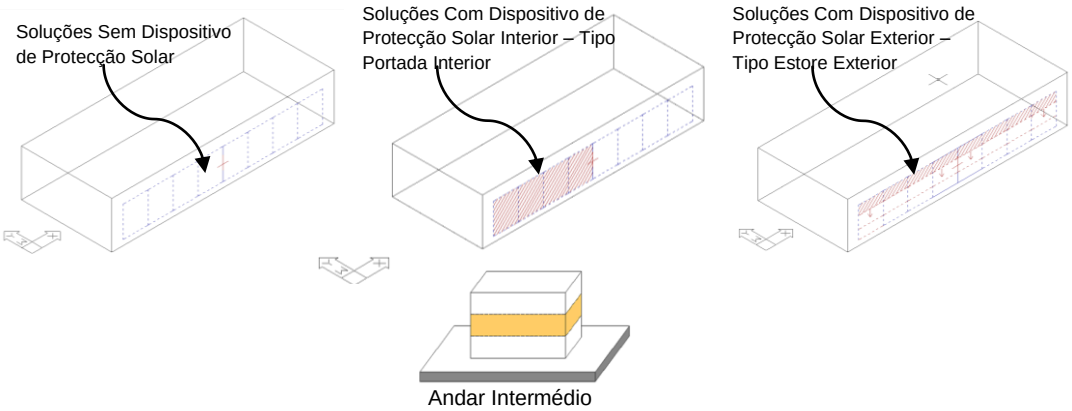


Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de rosa-roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.

Figura 4.53: Esquema Exemplo Secções Matriz para os Modelos 1 e 2 em Andar Cobertura, faixa de valores semelhantes por tipo de dispositivo de protecção.

Entretanto também observa-se que ao alterar um simples parâmetro em uma determinada solução poderá colocá-la ou tirá-la de uma situação de maior dispêndio de energia e de desconforto. Portanto nas diferentes secções da Matriz poderá ser observado soluções muito semelhantes com comportamento térmico distinto (às vezes o suficiente para que uma apresente um comportamento térmico dentro dos limites de referência adoptados para este estudo e a outra não).

4.3.2 Análise Modelo 1 Intermédio



- A maioria das soluções correspondentes ao Modelo1 em andar Intermédio (independentemente da orientação, área de envidraçado e demais parâmetros da Matriz), não tendem a apresentar maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e arrefecimento; bem como média das temperaturas máximas diárias superior a 30°C (na estação de arrefecimento) e média das temperaturas mínimas Inferior a 13°C (na estação de aquecimento). Entretanto, as soluções com maior área de envidraçado e menor grau de protecção solar junto aos envidraçados (sem palas ou menor largura destas, sem dispositivos de protecção interior ou exterior) à excepção da orientação Norte; tendem a apresentar um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de arrefecimento (Verão).

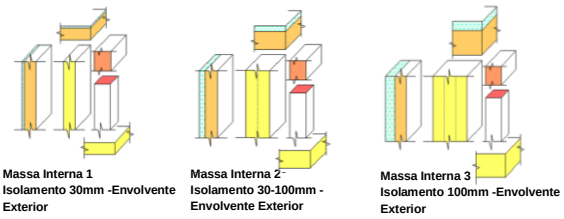
- Independentemente da presença ou não de dispositivos de protecção solar junto ao envidraçado, maiores cuidados devem ser tomados com as soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% da área da fachada, com palas inferiores a 0.60m, mas principalmente quando não apresentam o elemento pala horizontal.

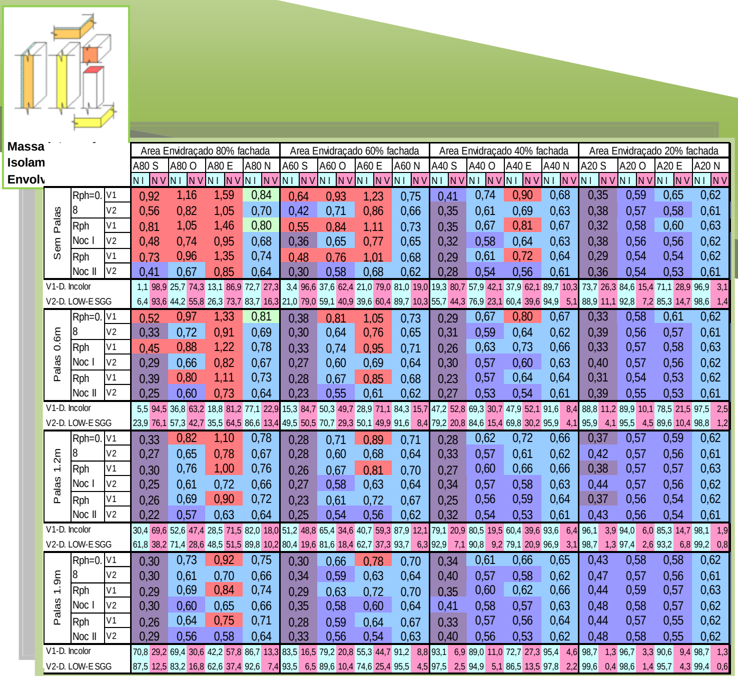
- As soluções que não apresentaram Temp. Med Max superior a 30°C e Temp. Med. Min. Inferior a 13°C (situações intituladas no trabalho como não críticas), bem como maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e de arrefecimento; apresentam-se como um leque de opções a adoptar com diferentes áreas de envidraçados (de 20% a 80% de fachada envidraçada); ou seja soluções até 90% melhores que a solução de referência e que não se apresentam em situações críticas durante as estações do ano. Entretanto podem diferir relativamente a parcela de aquecimento e a parcela de arrefecimento. Por exemplo, duas soluções com mesma área de envidraçado, mesmo percentual de melhora relativamente a solução de referência, não estando em situação crítica: uma pode apresentar maiores necessidades de arrefecimento e outra pode apresentar maiores necessidades de aquecimento. Portanto dentro desta pluralidade é possível observar diferentes comportamentos entre as soluções.

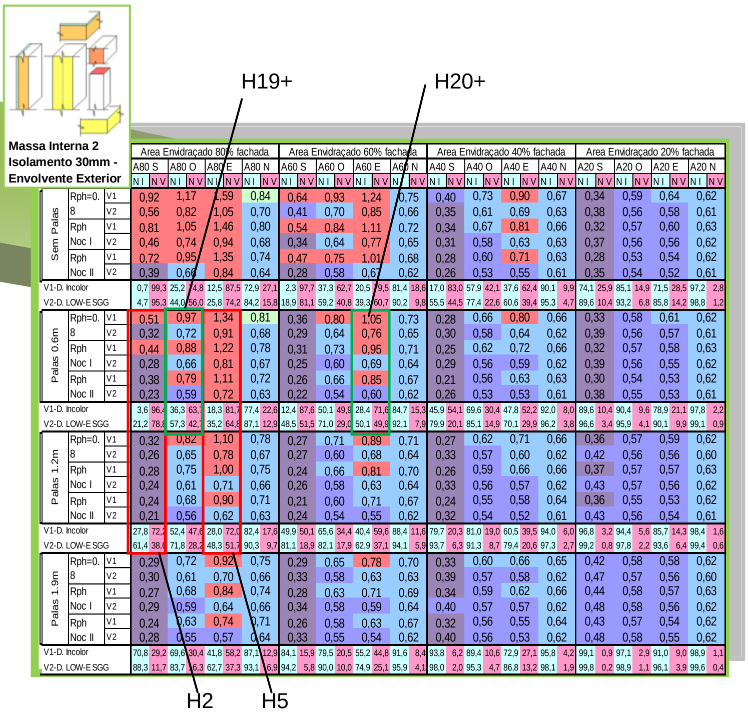
Desta forma é perceptível que, dependendo da(s) solução(ões), mesmo não sendo classificada(s) neste trabalho como crítica(s), pode(m) apresentar um comportamento bem diversificado.

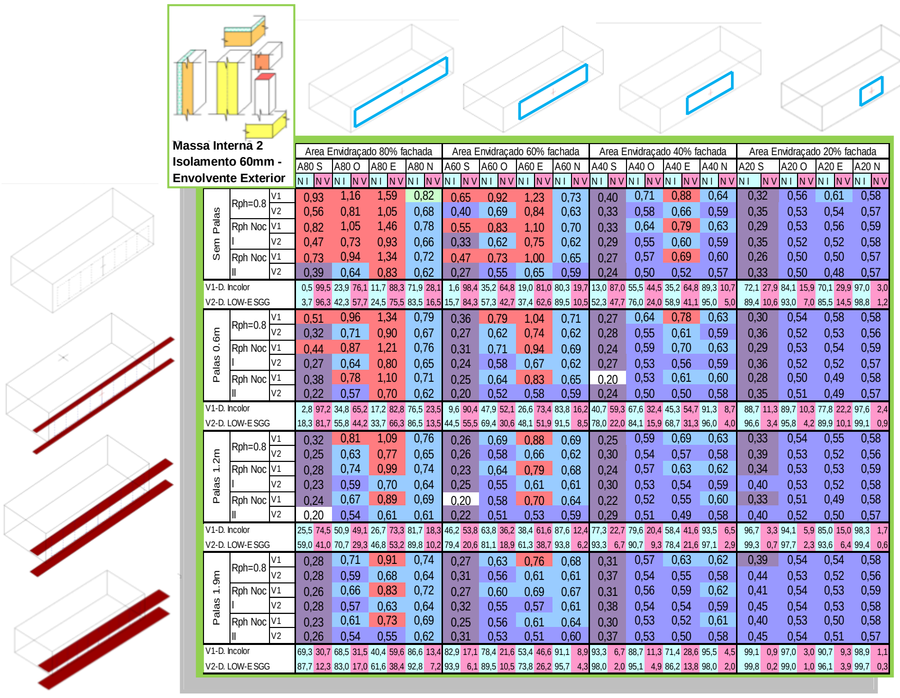
Entretanto também observa-se que ao alterar um simples parâmetro em uma determinada solução poderá colocá-la ou tirá-la de uma situação de maior dispêndio de energia e de desconforto. Portanto nas diferentes secções da Matriz (para este modelo em questão – Modelo1 em andar intermédio) pode-se observar soluções muito semelhantes com comportamento térmico distinto (às vezes o suficiente para que uma apresente um comportamento térmico dentro dos limites de referência adoptados para este estudo e e a outra não).

Entretanto em termos gerais, este modelo, nesta situação de andar intermédio os valores apresentados nas diferentes Secções, sem e com dispositivo de protecção solar, pouco alteraram mediante a variação do grau de isolamento e da massa térmica.

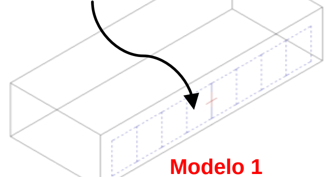








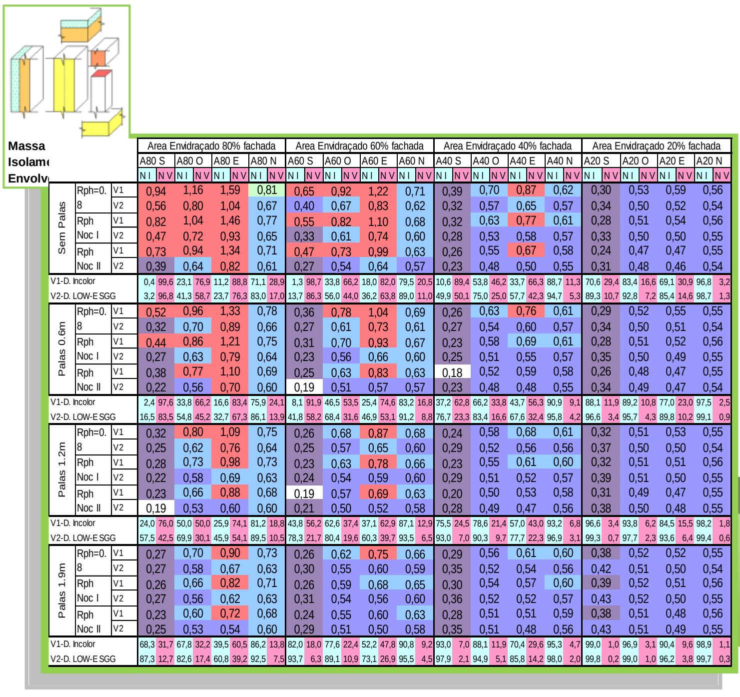
Situação A-)
Soluções Sem Dispositivo de Protecção Solar

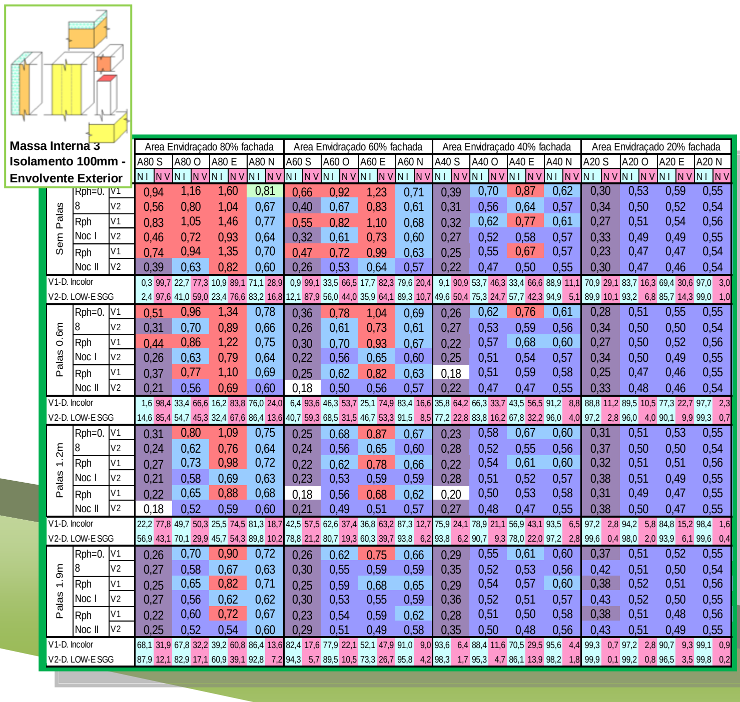


Modelo 1 Intermédio

Legenda

🟪	Temp. Med Min. Inferior a 13°C
🟥	Temp. Med Max. superior a 30°C
superior a 1	
1	1= 7233,92 ' kWh Solução de Referência
inferior a 1	
🟩	entre 0.8 e 1
🟦	entre 0.6 e 0.8
🟦	entre 0.4 e 0.6
🟪	entre 0.2 e 0.4
☐	entre 0.0 e 0.2





4.3.2.1 Soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado

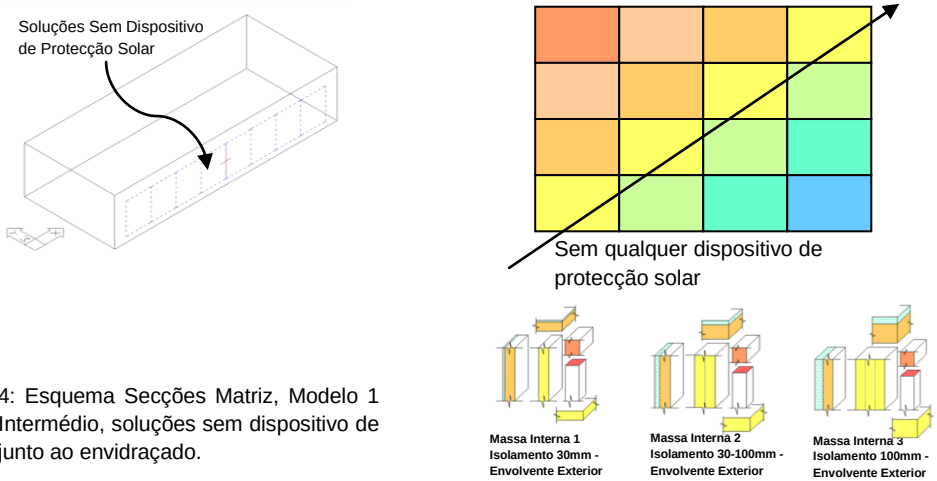
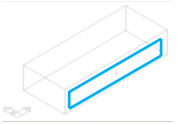


Figura 4.54: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado.

4.3.2.1.1 Soluções a Sul:



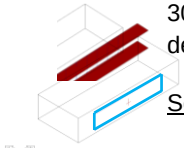
Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Sul Sem palas: parte destas soluções apresentam um comportamento térmico melhor em mais de 50% do que a solução de referência (tanto as soluções com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), entretanto estas conduzem a maiores dispêndios de energia para arrefecimento ambiente (necessidades de arrefecimento); bem como a uma média das temperaturas máximas superiores a 30°C (acima do limite de referência adoptado neste estudo). Ou seja, em termos de energia anual necessária para aquecimento e arrefecimento estas soluções apresentam valores inferiores à solução de referência, o que não significa que ao longo de alguma das estações do ano, Verão e/ou Inverno, estas soluções não estejam a apresentar maiores dispêndios de energia (Verão e Inverno). De facto, para estas soluções a parcela de energia necessária para arrefecimento corresponde a 96%-99% do total anual, demonstrando assim um maior dispêndio de energia e maior desconforto na Estação Quente.

- Orientação Sul com Palas de 0.60m: somente as soluções com vidro duplo incolor quando com taxas de ventilação expressas na Matriz de Rph=0,8 e de Rph NocI apresentam maiores dispêndios de energia para arrefecimento ambiente; e uma média das temperaturas máximas superiores a 30°C. Ou seja, em termos de energia anual necessária para aquecimento e arrefecimento estas soluções apresentam valores inferiores a solução de referência, (são soluções 50% a 80% melhores que solução de referência), entretanto demonstram um maior dispêndio de energia e maior desconforto na Estação Quente. Para estas soluções a parcela referente as necessidades de arrefecimento é cerca de 81%-98% do total anual.

Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Sul com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 1m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, a qual foi denominada neste estudo como H2 ou Hab2, (Apêndice I.1 do Anexo 4.1).

- Orientação Sul com Palas de 1.20m e com palas de 1,90m: soluções com resultados cerca de 70% a 80% melhores que a solução de referência. Estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não demonstrando um maior dispêndio de energia e desconforto, seja na estação de arrefecimento como na estação de aquecimento.



Soluções com 60% da fachada envidraçada

- Orientação Sul Sem palas: somente as soluções com vidro duplo incolor, mesmo com um comportamento térmico melhor entre 35% a 50% do que a solução de referência, apresentam maiores dispêndios de energia para arrefecimento ambiente e média das temperaturas máximas superior a 30°C. Ou seja, em termos de energia anual necessária para aquecimento e arrefecimento estas soluções apresentam valores inferiores à solução de referência), entretanto demonstram um maior dispêndio de energia e maior desconforto na Estação de arrefecimento (Verão). Para estas soluções a parcela referente à energia necessária para

arrefecimento é cerca de 84%-98% do total anual. As soluções com vidro incolor apresentam-se 35% a 50% melhores que a solução de referência; enquanto as soluções com vidro duplo especial apresentam-se 60% a 70% melhores que as soluções de referência.

- Orientação Sul com palas de 0,60m a 1,90m: apresentam-se 60% a 80% melhores que a solução de referência; sendo que estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C bem como Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não demonstraram um maior dispêndio de energia e desconforto, tanto na estação de arrefecimento (Verão) como na estação de aquecimento (Inverno).

- Para as soluções com orientação Sul, quando sem palas, a parcela referente as necessidades de arrefecimento foi superior a 85% da energia total anual; quando com palas de 0.60m esta foi entre 50%-90%, quando com palas de 1,20m esta foi entre 20%-55%; e quando com palas de 1,90m foi entre 6% a 17%. Quando estas soluções estão associadas a palas inferiores a 0.60m, é a parcela referente às necessidades de arrefecimento a ser superior a de aquecimento; entretanto a partir de cerca de 1,20 m é a parcela de aquecimento que passa a ser maior a de arrefecimento. Portanto para as soluções com palas superiores a 0,60m, estas podem ser cerca de 60% a 80% melhores que a solução de referência; entretanto dependendo da dimensão da largura da pala a parcela de aquecimento pode ser maior ou menor que a parcela de arrefecimento. Quanto maior for a largura das palas maior será a parcela correspondente as necessidades de aquecimento.

Soluções com 40% da fachada envidraçada

- Todas as soluções orientadas a Sul com 40% da fachada envidraçada apresentaram melhor comportamento térmico que a solução de referência em 60% a 80%, estas não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C bem como Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não demonstraram tendência a um maior dispêndio de energia e desconforto, tanto na estação quente como na estação fria.

- Para as soluções com palas inferiores a 0,60m a parcela referente as necessidades de arrefecimento é superior à parcela de aquecimento, enquanto para as soluções com palas superiores a 1.20m é exactamente o inverso.

Soluções com 20% da fachada envidraçada

- Todas as soluções orientadas a Sul com 20% da fachada envidraçada apresentaram melhor comportamento térmico que a solução de referência em 55% a 70%, estas soluções também não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C bem como Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não demonstraram tendência a um maior dispêndio de energia e desconforto, tanto na estação de arrefecimento como na estação de aquecimento.

- Para estas soluções, independentemente da largura das palas, a parcela referente às necessidades de aquecimento é sempre superior a de arrefecimento; sendo a parcela de aquecimento a 70% a 99% do total anual de energia (dependendo da solução), enquanto a parcela de arrefecimento pode corresponder entre 2% a 27% do total anual de energia necessária para manter a temperatura interior entre os limites estabelecidos neste estudo (20°C e 25°C).

4.3.2.1.2 Soluções a Oeste:

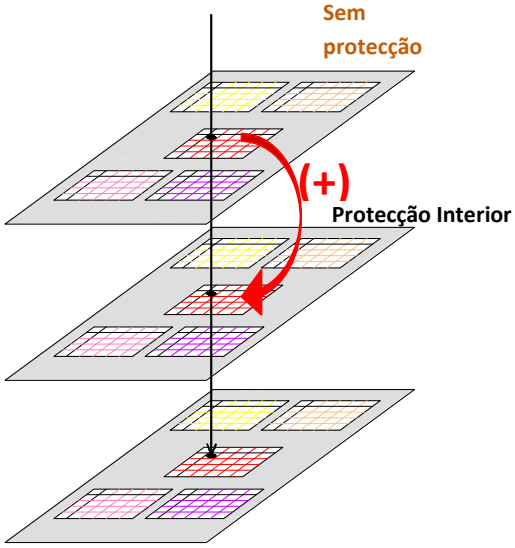
Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Oeste Sem palas: parte destas soluções apresentam um comportamento térmico cerca de 20%-35% melhores que a solução de referência, isto quando associadas a vidro duplo especial de baixa emissividade adoptado na Matriz, entretanto algumas soluções apresentam-se entre 5% e 15% piores que a solução de referência (são aquelas que estão associadas a vidro duplo incolor). A maior parte destas soluções (sendo somente excepção quando associado a Rph NocII e a vidro especial V2) possuem valores de Necessidades de Arrefecimento que correspondentes a 60% e 75% do dispêndio de energia total anual (obtido para estas soluções através de simulação); bem como apresentam valores de Média das Temperaturas Máximas na estação de arrefecimento superiores a 30°C, ou seja, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes nesta estação, assim como maior dispêndio de energia.

- Orientação Oeste com Palas de 0.60m: soluções cerca de 3% a 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz)

apresentam valores de Temp Med Max acima de 30°C, demonstrando uma maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia. Para todas as soluções com esta orientação, área de envidraçado e tipo de pala horizontal, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento é cerca de 45%-65% do total anual, correspondendo a um percentual inferior ao verificado para as mesmas soluções mas com orientação Sul.

Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 0.6m) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, a qual foi denominada neste estudo como H19 ou Hab19 (Apêndice I.1 do Anexo 4.1). Entretanto a habitação denominada H19 apresenta parte de seus compartimentos com envidraçados sem dispositivo de protecção e parte dos compartimentos com portadas interiores junto aos envidraçados, desta forma deve-se ter em conta que as secções da matriz ou apresentam soluções desprovidas de dispositivos de protecção junto ao envidraçado ou apresentam soluções com dispositivos de protecção em todos os envidraçados. Por isso esta solução, bem como outras que estão indicadas nas secções da Matriz com o sinal (+), sendo assim representadas por um conjunto de soluções da Matriz localizados em diferentes secções da mesma.



- Orientação Oeste com Palas de 1.20m e com palas de 1,90m: soluções com desempenho térmico cerca de 20% a 45% melhores que a solução de referência. Na maior parte estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não demonstraram um maior dispêndio de energia e desconforto (situações críticas relativamente aos consumos e as condições de temperatura interior) ao longo do ano.

Obs. soluções a Sul de modo geral apresentaram melhores resultados relativamente a solução de referência do que as soluções a Oeste, entretanto em termos percentuais a parcela correspondente às necessidades de arrefecimento para as soluções a Sul são superiores as verificadas para as soluções a Oeste.

<u>Soluções com 60% da fachada envidraçada</u>

- Orientação Oeste Sem palas: somente as soluções com vidro duplo incolor, mesmo apresentado valores 5% a 25% melhores com relação a solução de referência, conduzem a maiores dispêndios de energia para arrefecimento (necessidades de arrefecimento); bem como a uma média das temperaturas máximas superiores a 30°C (condições de referência adoptado neste estudo). Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior a solução de referência, mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionarem conforto em boa parte do tempo na Estação Quente. Para estas soluções a parcela do consumo de energia referente a arrefecimento é cerca de 40%-65% do total anual. As soluções com vidro incolor apresentam-se 5% a 25% melhores que a solução de referência; enquanto as soluções com vidro duplo de baixa emissividade adoptado apresentam-se 30% a 45% melhores que as soluções de referência.

- Orientação Oeste com palas de 0,60m a 1,90m: apresentam-se 30% a 50% melhores que a solução de referência; sendo que praticamente a totalidade destas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C bem como Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações.

Soluções com 40% da fachada envidraçada

- Todas as soluções orientadas a Oeste com 40% da fachada envidraçada apresentam-se 30% a 50% melhores do que a solução de referência, sendo que também não apresentam situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

- Para todas as soluções (independentemente do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro) as parcelas referente as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 5% a 45% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 55% a 95% do total anual (dependendo da solução).

Soluções com 20% da fachada envidraçada

- Todas as soluções orientadas a Oeste com 20% da fachada envidraçada apresentam-se 50% a 55% melhores do que a solução de referência (diferença entre resultados de até 5%), sendo que também não apresentam situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

- Para estas soluções (independentemente do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro), as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 1% a 16% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 84% a 99% do total anual (dependendo da solução).

Obs. Mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para as soluções a Oeste que apresentam área de envidraçado inferior a 40% da fachada, uma maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno).

4.3.2.1.3 Soluções a Este:

Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Este com palas inferiores a 0.60m: parte destas soluções apresentam-se melhores que a solução de referência em até 30%, enquanto outras apresentam-se piores que a solução de referência entre 5% e 60%, entretanto todas demonstraram valores correspondentes a Média das Temperaturas Máximas na estação quente superiores a 30°C, bem como valores de Necessidades de Arrefecimento correspondendo entre 75% e 90% do dispêndio de energia total anual, ou seja, são soluções com maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia nesta mesma estação.

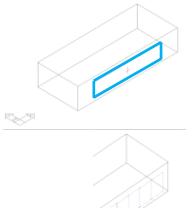
Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Este com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 1m) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa denominada neste estudo como H5 ou Hab5 (Apêndice I.1 do Anexo 4.1).

- Orientação Este com palas superiores a 1.20m: soluções até 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz) apresentaram valores de de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia; enquanto estas com vidro duplo V2 não apresentam situação crítica em termos de temperatura e dispêndio de energia. Para todas estas soluções, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento é de 40%-75% do total anual (percentual superior ao verificado para as mesmas soluções mas com orientação Sul).

Observação: As soluções a Sul, Oeste e Norte apresentam de modo geral resultados melhores do que as soluções a Este. As estratégias adoptadas na Matriz demonstraram não ser tão eficientes para estas

soluções, as quais estão desprovidas de qualquer dispositivo de protecção (interior e exterior) junto ao envidraçado. Portanto verifica-se que as palas horizontais pouco foram eficazes (somente quando apresentam dimensões consideráveis) e que estas soluções apresentam dificuldade em dissipar o calor na estação quente.

Observação: Maior atenção deve ser tomada com as questões de arrefecimento, maior preocupação estação de Verão, para com as soluções a Este que apresentam área de envidraçado 80% da fachada (tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para a maior parte destas soluções).



Soluções com 60% da fachada envidraçada

- Orientação Este sem palas: parte destas soluções apresentam-se melhores que a solução de referência em até 35%, enquanto outras apresentam-se piores que a solução de referência entre 10% e 25%; entretanto quase todas demonstraram valores correspondentes a Média das Temperaturas Máximas na estação quente superiores a 30°C, bem como valores de Necessidades de Arrefecimento correspondendo entre 60% e 80% do dispêndio de energia total anual, ou seja, são soluções com maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia.

- Orientação Este com palas entre 0.60m e 1.20m: são soluções até 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz) apresentam valores de Temp Med Max acima de 30°C, dando indicações de uma maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia; enquanto com vidro duplo V2 (a maior parte) não apresentaram situações críticas em termos de temperatura e dispêndio de energia. Para todas estas soluções, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento corresponde a 40%-75% do total anual (percentual superior ao verificado para as mesmas soluções nas demais orientações).

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Este com área de envidraçado correspondendo a aproximadamente 60% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 0.6m) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, a qual foi denominada neste estudo como H20 ou Hab20 (Apêndice I.1 do Anexo 4.1). Esta solução bem como as demais que estão indicadas nas secções da Matriz com o sinal (+) podem ser representadas através de um conjunto de soluções da Matriz localizados em diferentes secções da mesma.

- Orientação Este com palas superiores a 1.90m: apresentam-se 20% a 50% melhores do que a solução de referência, sendo que também (a maioria das soluções) não apresentam situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

Observações: as mesmas efectuadas para as soluções sob esta orientação com área de envidraçado correspondendo a 80% da área da fachada.

Soluções com 40% da fachada envidraçada

- Orientação Este sem palas: soluções até 50% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz) apresentam valores de de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia; enquanto com vidro duplo V2 (a maior parte) não apresentaram situação crítica em termos de temperatura e dispêndio de energia. Para todas estas soluções, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento corresponde a 40%-65% do total anual.

- Orientação Este com palas superiores a 0.60m: apresentam-se 30% a 50% melhores do que a solução de referência, sendo que também (a maioria destas soluções) não apresentaram situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano. Para as soluções com palas de menores dimensões a parcela de arrefecimento demonstrou ser maior que a parcela de aquecimento, entretanto para as soluções com palas de maiores dimensões foi a parcela de aquecimento a se mostrar com valores percentuais superiores a parcela de arrefecimento.

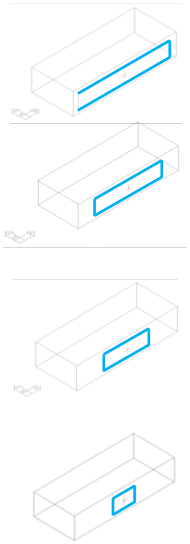
Soluções com 20% da fachada envidraçada

- Todas as soluções orientadas a Oeste com 20% da fachada envidraçada apresentaram-se 40% a 50% melhores do que a solução de referência (diferença entre resultados de até 10%), sendo que também não apresentaram soluções críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

- Para estas soluções (independentemente do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro), as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 5% a 30% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 70% a 95% do total anual (dependendo da solução).

Obs. maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno), para com as soluções a Este que apresentam área de envidraçado 20% da fachada (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas).

4.3.2.1.4 Soluções a Norte:



Soluções com 80% a 20% da fachada envidraçada

- Todas as soluções da Matriz correspondentes ao ModeloI em andar Intermédio orientadas a Norte, independentemente da área de envidraçado, da massa térmica e do grau de isolamento, tenderam a não apresentar situações que conduzam a maiores dispêndios de energia e desconforto ao longo do ano, isto com base nas condições de referência estabelecidas para este estudo.

- Todas as soluções orientadas a Norte: com 80% da fachada envidraçada apresentam-se 20% a 40% melhores do que a solução de referência; com 60% da fachada envidraçada apresentam-se 30% a 40% melhores do que a solução de referência; com 40% da fachada envidraçada apresentam-se 35% a 40% melhores do que a solução de referência; com 20% da fachada envidraçada apresentam-se 40% melhores do que a solução de referência.

- Para estas soluções (independentemente da área envidraçado, do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro), as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram sempre superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 0.5% a 28% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 72% a 99.5% do total anual (dependendo da solução).

Obs. Para as soluções semelhantes a estas (orientadas a Norte – Modelo1) com 20% a 80% da fachada envidraçada (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas), maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno).

Análise Temperatura – Modelo1 Intermédio – Orientação Sul, Oeste, Este e Norte sem Dispositivo de Protecção Interior e Exterior

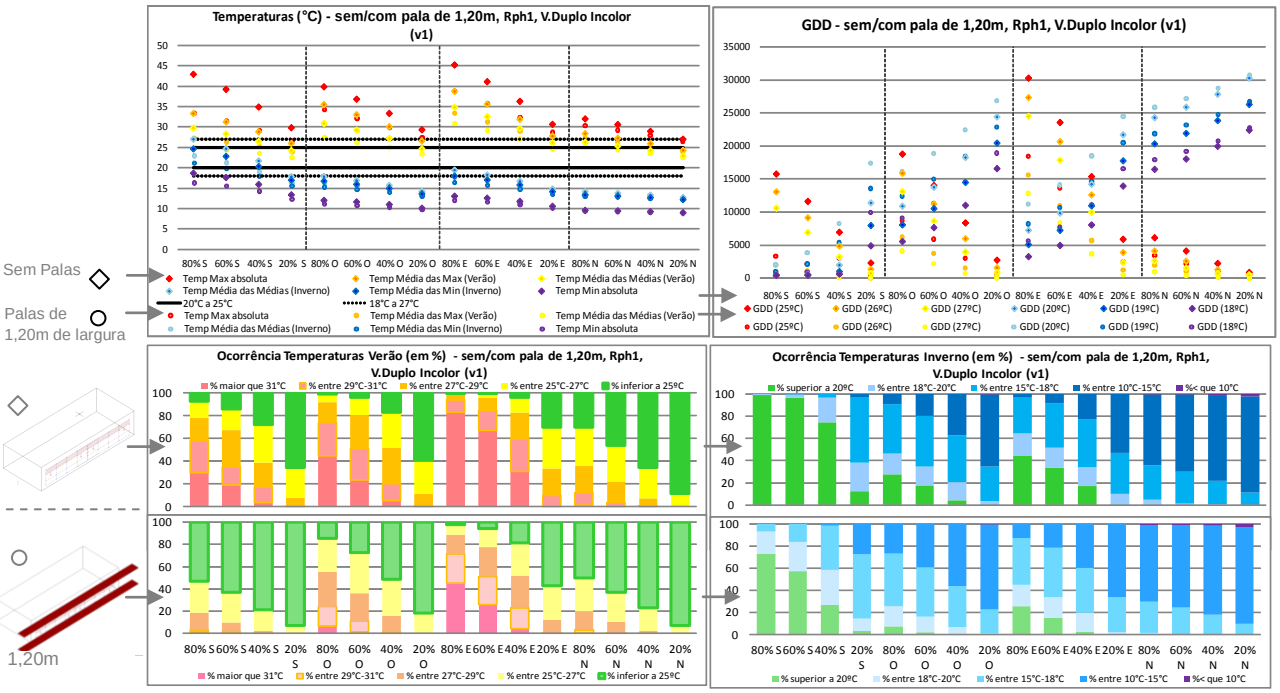


Figura 4.55: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção solar.

Verão:

- Sul: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação de arrefecimento que variam entre 25°C e 45°C (quando sem palas horizontais) e 21°C e 29°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 33°C. Á medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, até -5°C de diferença entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, até -3°C de diferença entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1.5°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m não ocorrem temperaturas interiores superiores a 29°C e somente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.90m não ocorrem temperaturas interiores superiores a 27°C.

Verificou-se temperaturas superiores a 27°C na maior parte do tempo da estação quente para a maior parte das soluções que não apresentam palas horizontais, principalmente para as soluções com área de envidraçados superiores a 60% da fachada (40%-90% do tempo com temperaturas superiores a 27°C).

- Oeste: de modo geral estas soluções apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C e 43°C (quando sem palas horizontais) e 22°C e 34°C (quando com palas horizontais de 1.90m), demonstrando menor eficácia das palas horizontais sobre os resultados destas soluções do que para as mesmas soluções orientadas a Sul; sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 22°C e 34°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -4°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -3°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.90m não ocorrem temperaturas interiores superiores a 29°C; entretanto verificou-se temperaturas superiores a 27°C na maior parte do tempo da estação quente para a maior parte das soluções mas principalmente para as que apresentam palas horizontais de menores dimensões. Para as soluções com palas inferior a 0.60m ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 30%-100% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante

5%-90% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada verifica-se temperaturas superiores a 31°C em mais de 50% do tempo (principalmente quando com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

- Este: estas soluções em geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 25°C e 49°C (quando sem palas horizontais) e 24°C e 38°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 24°C e 39°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -3°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se temperaturas superiores a 27°C na maior parte do tempo da estação quente para a maior parte das soluções mas principalmente para as que apresentam palas horizontais de menores dimensões. Para as soluções com palas inferiores a 1,20m, ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 40%-100% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante 10%-95% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções verifica-se temperaturas superiores a 31°C em mais de 50% do tempo (principalmente quando com maior área de envidraçado e com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

- Norte: de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 23°C e 34°C (quando sem palas horizontais) e 21°C e 30°C (quando com palas horizontais de 1.90m), demonstrando menor eficácia das palas horizontais sobre os resultados destas soluções do que para as mesmas soluções orientadas a Sul e a Oeste; sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 21°C e 28°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária de até -4°C entre soluções sem palas e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m não ocorrem temperaturas interiores superiores a 29°C (sendo que cerca de 25%-95% do tempo ocorreram temperaturas inferiores a 25 °C. Para as soluções com palas inferiores a 0.60m ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 5%-65% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante 5%-20% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada verifica-se temperaturas superiores a 31°C em até 30% do tempo (principalmente quando com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

Inverno:

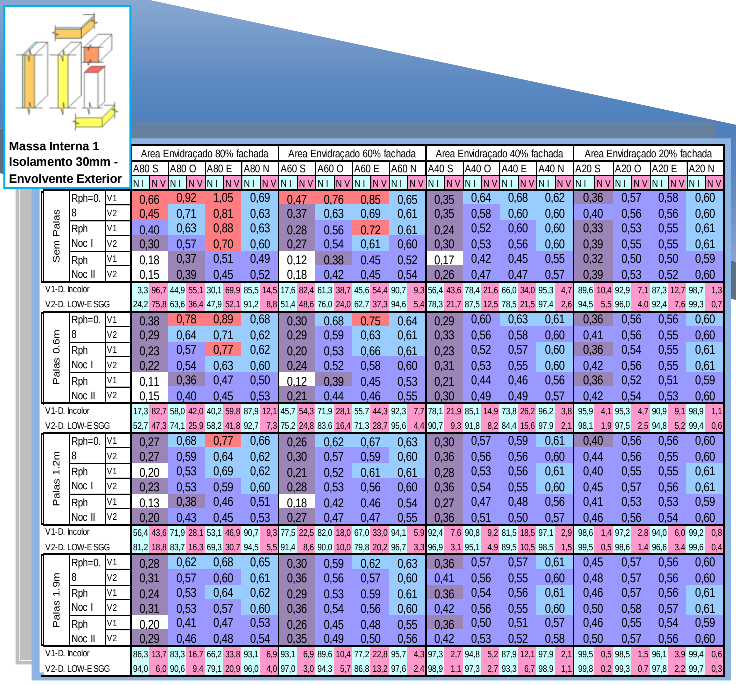
- Sul: de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 14°C e 27°C (quando sem palas horizontais) e 12°C e 20°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 16°C e 27°C. À medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima (em até - 2°C entre soluções com diferença de 0,60m). Verifica-se, para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada, que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m passam a ocorrer mais frequentemente temperaturas interiores inferiores a 18°C e, somente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.90m, ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C; entretanto verificou-se temperaturas superiores a 18°C na maior parte do tempo da estação fria para a maior parte das soluções que não apresentam palas horizontais ou que possuem palas com dimensões de 0.60m (95%-100% do tempo com temperaturas superiores a 18°C e 75%-95% do tempo com temperaturas superiores a 20°C). Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% da fachada exterior, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C para quase a totalidade destas soluções, de 5% a 40% do tempo para estas soluções quando sem palas, e de 70% a 85% do tempo para estas soluções quando com palas de 1.90m.

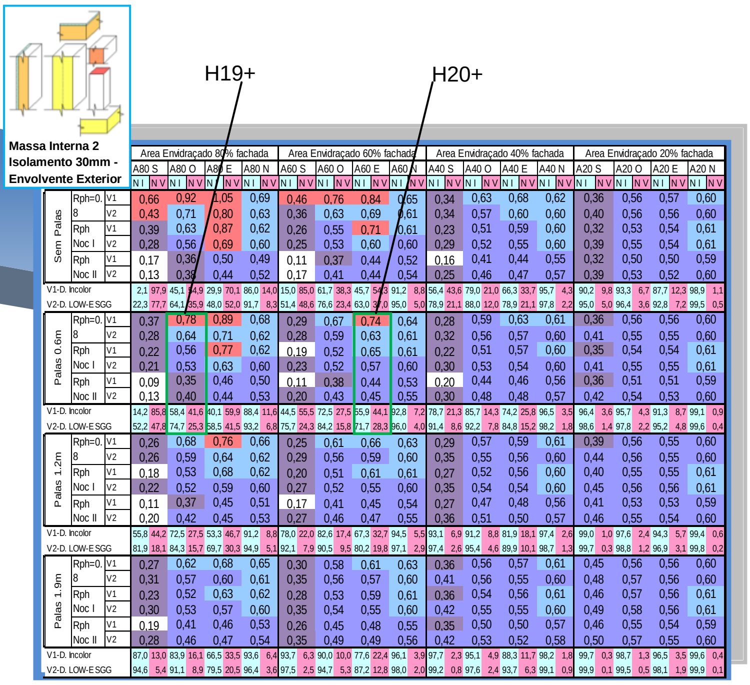
- Oeste: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 10°C e 18°C (quando sem palas horizontais) e 9°C e 16°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 14°C e 18°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença

de até -1°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 50%-90% do tempo (quando com Aenv 80% da fachada) e durante 80%-100% do tempo (quando com Aenv 40% da fachada) sendo que a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 30%-80% do tempo. Entretanto, para as soluções com palas horizontais de dimensões inferiores a 0.60m, verificou-se temperaturas superiores a 18°C durante 20%-45% do tempo quando com Aenv 80% da fachada (sendo que 5%-30% do tempo ocorreram temperaturas superiores a 20°C) e 5%-20% do tempo quando com Aenv 40%.

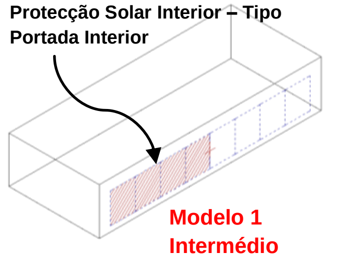
- Este: estas soluções de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 11°C e 20°C (quando sem palas horizontais) e 9°C e 16°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 10°C e 17°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 40%-80% do tempo (quando com Aenv 80% da fachada) e durante 60%-100% do tempo (quando com Aenv 40% da fachada), sendo que a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m ocorreram temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 10%-40% do tempo (Aenv 80%) e durante 25%-85% do tempo (Aenv 40%). Para as soluções com palas horizontais de dimensões inferiores a 0.60m, verificou-se temperaturas superiores a 18°C durante 40%-65% do tempo quando com Aenv 80% da fachada (sendo que 20%-40% do tempo ocorreram temperaturas superiores a 20°C) e 10%-35% do tempo quando com Aenv 40%.

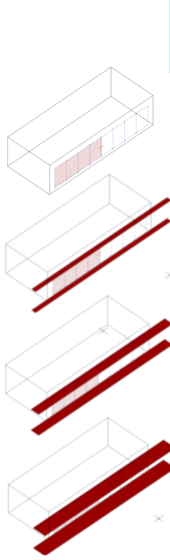
- Norte: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 8,5°C e 15°C (quando sem palas horizontais) e 8°C e 14°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 13°C e 14°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1,5°C entre soluções sem palas para as mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 95%-100% do tempo, sendo que para a maior parte das soluções ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 65%-80% do tempo (para soluções com Aenv 80% da fachada) e durante 80%-90% do tempo (para soluções Aenv 40% da fachada). Para a maior parte das soluções com ambos tipos de áreas de envidraçados, verificou-se temperaturas inferiores a 10°C em até 5% do tempo.

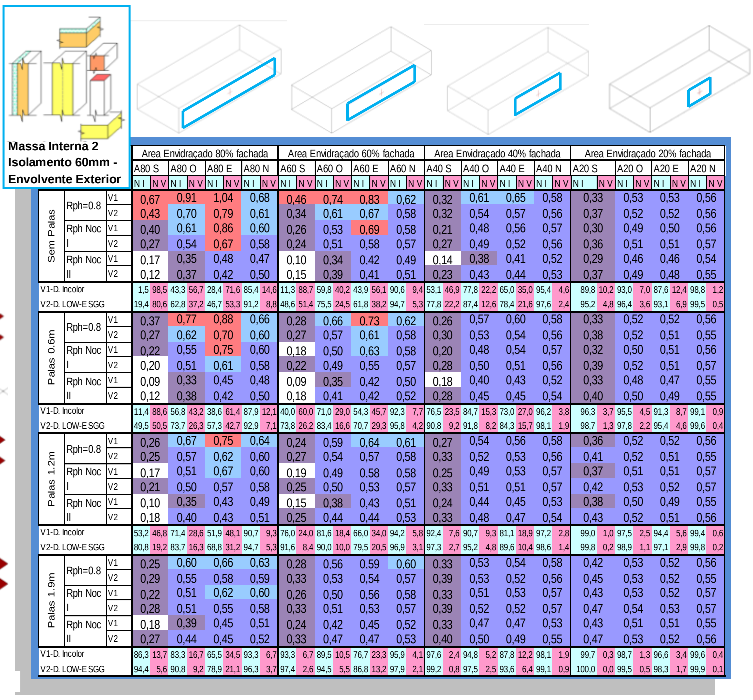




Situação B-)
Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Interior – Tipo Portada Interior







Legenda

Temp. Med Min. Inferior a 13°C

Temp. Med Max. superior a 30°C

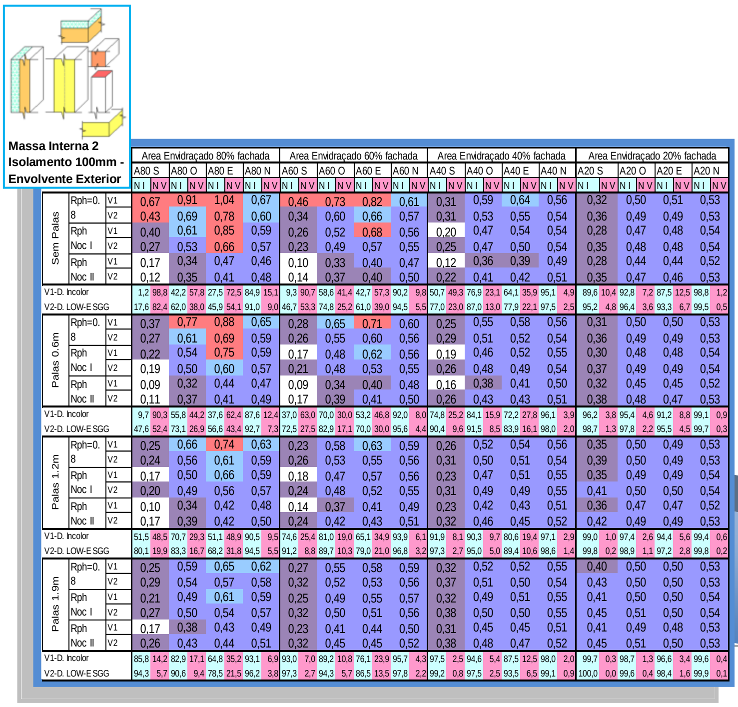
superior a 1

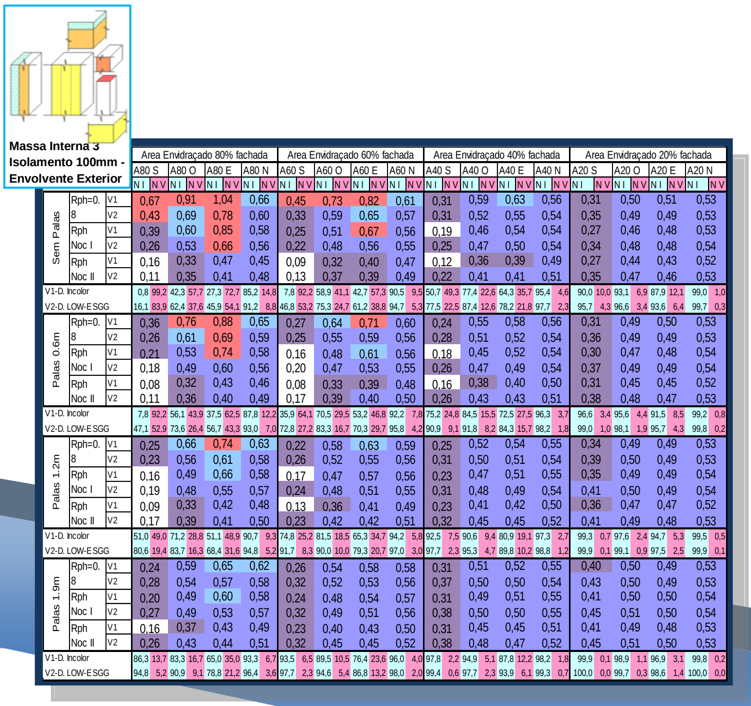
1

inferior a 1

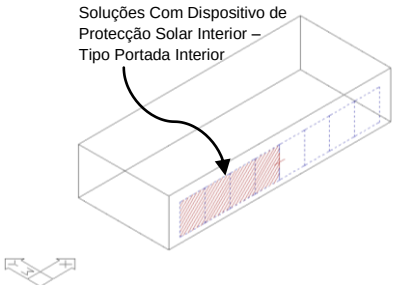
1= 7233,92 kWh
Solução de Referência

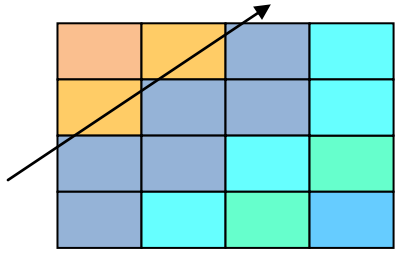
- entre 0.8 e 1
- entre 0.6 e 0.8
- entre 0.4 e 0.6
- entre 0.2 e 0.4
- entre 0.0 e 0.2





4.3.2.2 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Interior** junto ao envidraçado





Com dispositivo de protecção solar interior (portada)

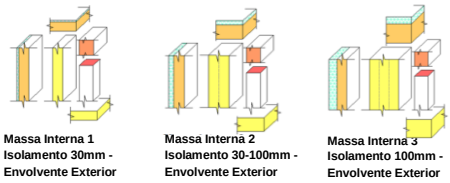
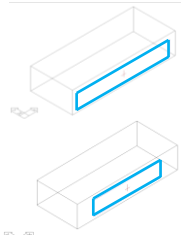


Figura 4.56: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior (tipo portada) junto ao envidraçado.

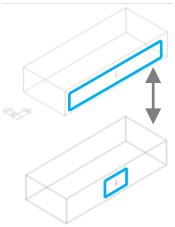
- Somente algumas soluções da Matriz tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, sendo estas identificadas nesta secção e mais propriamente relacionadas com as questões de arrefecimento (estação quente).



As soluções que apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C, são:
- Soluções a Sul: com área de envidraçado superior a 60% da fachada, sem palas, com PortadaI associada a Rph=0.8, com ambos os vidros (V1 e V2).
- Soluções a Oeste: com área de envidraçado superior a 60% da fachada, palas com largura inferior a 0.60m, com PortadaI associada a Rph=0.8, com vidro duplo incolor (V1).
- Soluções a Este com área de envidraçado 80% da fachada, associados a: palas com largura inferior a 1.20m, com PortadaI associada a Rph=0.8 ou PortadaII associada a Rph Noc I, com ambos tipos de vidros (V1 e V2).
- Soluções a Este com área de envidraçado 60% da fachada, associados a: palas inferiores a 0.60m, com PortadaI associada a Rph=0.8 ou PortadaII associada a Rph Noc I, com vidro duplo incolor.

Desta forma, em linhas gerais, tomar atenção as soluções orientadas a Sul, Este e Oeste, com:
- 80% da fachada envidraçada e palas inferiores a 0.60m.
- 60% da fachada envidraçada e sem palas.

Observação: 1-) A exemplo e semelhança das soluções orientadas a Este com área de envidraçado correspondendo a aproximadamente 60% da fachada exposta, associado a palas de aproximadamente 0.6m, pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, a qual foi denominada neste estudo como H20 ou Hab20 2-) A exemplo das soluções a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da área de fachada associado a palas de aproximadamente 0.6m, pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa) denominada neste estudo como H19 ou Hab19. 3-) Estas soluções bem como as demais que estão indicadas nas secções da Matriz com o sinal (+) podem ser representadas através de um conjunto de soluções da Matriz localizados em diferentes secções da mesma. (Apêndice I.1 do Anexo 4.1).



As demais soluções da Matriz, Modelo1 Intermédio com portadas interiores, tendem a não apresentar situações críticas relativamente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do apresentado na Secção da Matriz correspondente ao ModeloI Intermédio sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado. Desta forma ao estabelecer comparação entre as Secções da Matriz que representam as soluções sem dispositivo de protecção com aquelas que representam as soluções com dispositivo de protecção interior; fica evidente de alguma forma a importância da presença de um dispositivo de protecção, mesmo este sendo interior (melhores resultados, mais soluções com melhor desempenho, mais opções).

A seguir uma tabela resumo, a qual demonstra em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo1 Intermédio com portada interior e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

	80% env	60% env	40% env	20% env
Sul	35% a 90%	55% a 90%	60% a 85%	55% a 70%
Oeste	10% a 65%	25% a 65%	40% a 60%	45% a 55%
Este	até 60%	20% a 60%	35% a 60%	45% a 55%
Norte	30% a 50%	40% a 50%	40% a 45%	45%

Figura 4.57: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 1- Intermédio com dispositivo de protecção Interior.

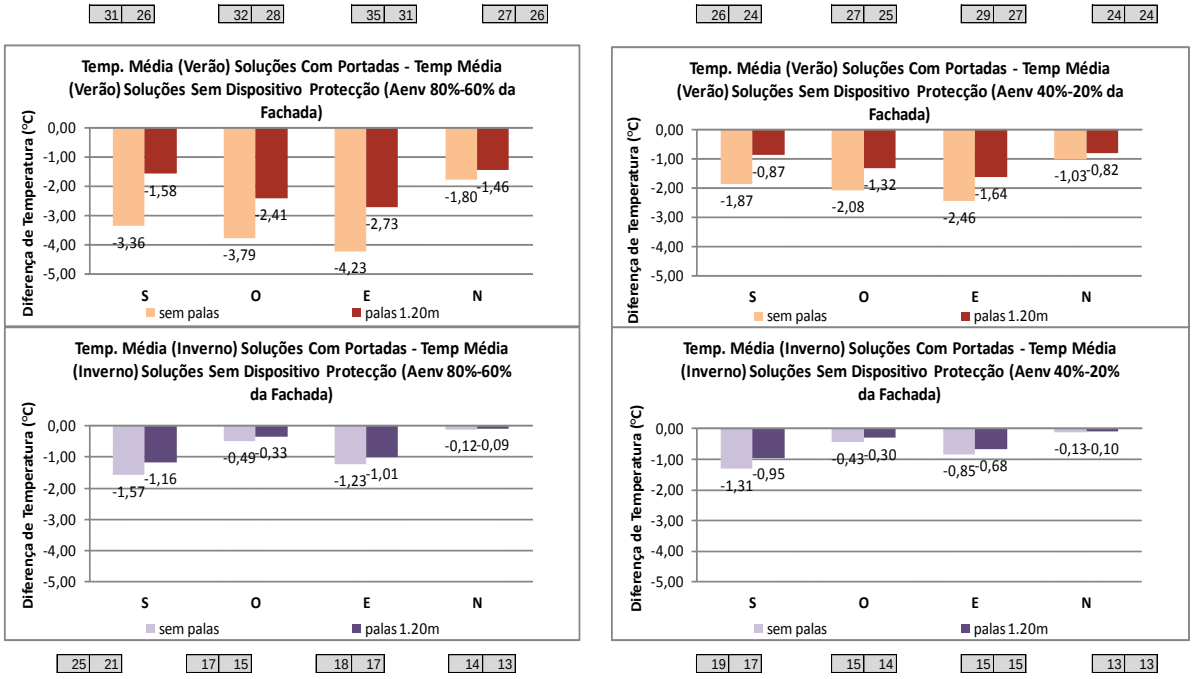
A medida que a área de envidraçado foi sendo reduzida os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias indicados na tabela) foi sendo menor; enquanto os referentes ao limite mínimo (valores percentuais mínimos) aumentaram. Desta forma, foram as soluções com área de envidraçado correspondente a 80% da fachada a demonstrarem os maiores valores na Figura 4.57 referente aos limites máximos de melhorias; bem como os menores valores de melhorias referentes aos limites mínimos; isto sempre comparativamente com a solução de referência. Portanto mesmo tendo sido obtido resultados não muito favoráveis para soluções com esta área de envidraçado, rapidamente ao ter sido alterado um ou mais parâmetros obteve-se resultados até 90% melhores que a solução de referência.

Entretanto, foram as soluções com área de envidraçado correspondente a 20% da fachada a demonstrarem os maiores valores na Figura 4.57 referente aos limites mínimos de melhorias; bem como os menores valores de melhorias referentes aos limites máximos; isto sempre comparativamente com a solução de referência. Portanto para soluções com esta área de envidraçado, verifica-se menor influência sobre os resultados ao se alterar um ou mais parâmetros.

Para todas as soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (independentemente da orientação), bem como para todas soluções da Matriz com orientação Norte; as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento, ou seja, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação de Inverno (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas).

Para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, nas orientações Sul, Oeste e Este, a medida que a largura das palas foi aumentando a parcela referente as necessidades de arrefecimento foi diminuindo enquanto a parcela referente as necessidades de aquecimento aumentava.

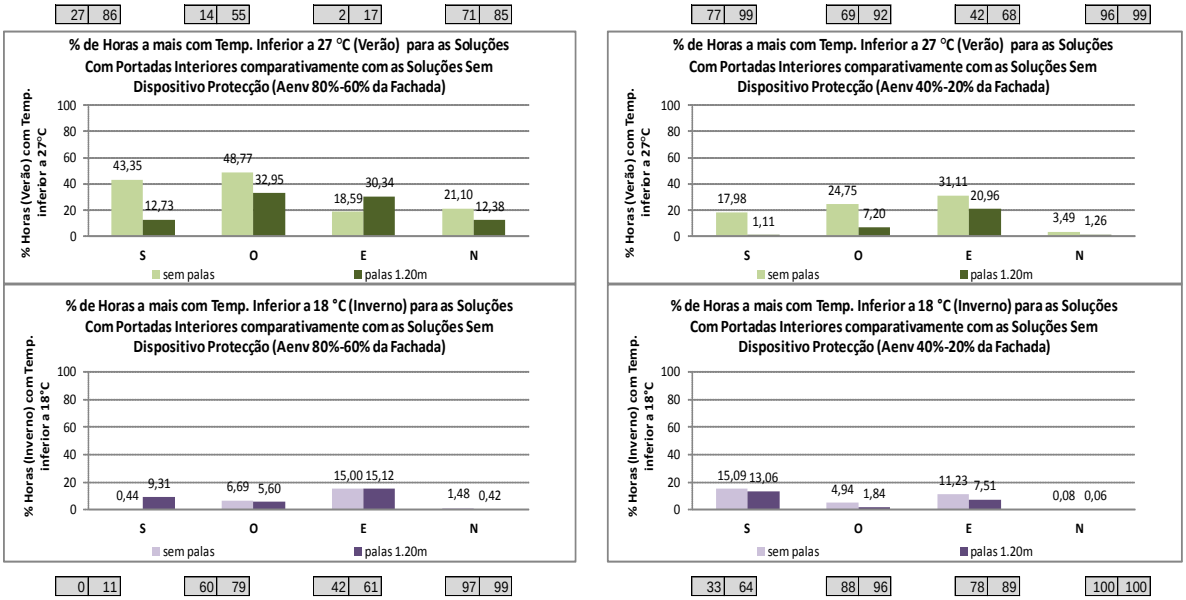
<u>Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção interior (portada interior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:</u>



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.
Figura 4.58: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Interior, Modelo1-Intermédio.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Este, posteriormente a as orientadas a Oeste e a Sul. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 1°C e 4°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de 5% a 50% do tempo.

Na figura anterior, os gráficos correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul, posteriormente as à Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 1,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 15% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.
Figura 4.59: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Interior, Modelo1-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada quando sem palas e quando sem dispositivo de protecção interior apresentava temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter mais 45% das horas com temperatura inferior a 27°C (total aproximadamente 75% do tempo com temperaturas inferiores a 27°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 15% das horas com temperatura inferior a 27°C para 65%; e orientada a Este de 2% passou para 20%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção interior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 27°C.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção praticamente não apresentou temperaturas inferiores a 18°C, entretanto com a introdução de um dispositivo

de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter 1% das horas com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 60% das horas com temperatura inferior a 18°C para 65%; a orientada a Este de 40% passou para 55%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção interior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C (mais de 90% do tempo).

- A solução a Sul com 20%-40% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter mais 15% das horas com temperatura inferior a 18°C (total aproximadamente 45% do tempo com temperaturas inferiores a 18°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 90% das horas com temperatura inferior a 18°C para 95%; a orientada a Este de 80% passou para 90%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C praticamente de 100%.

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção interior do tipo portadaII, que este dispositivo estaria parcialmente aberto durante o Dia (horas de Sol) cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 50% do mesmo.

Análise Temperatura – Modelo1 Intermédio – Com dispositivo de Protecção Interior (Portada)

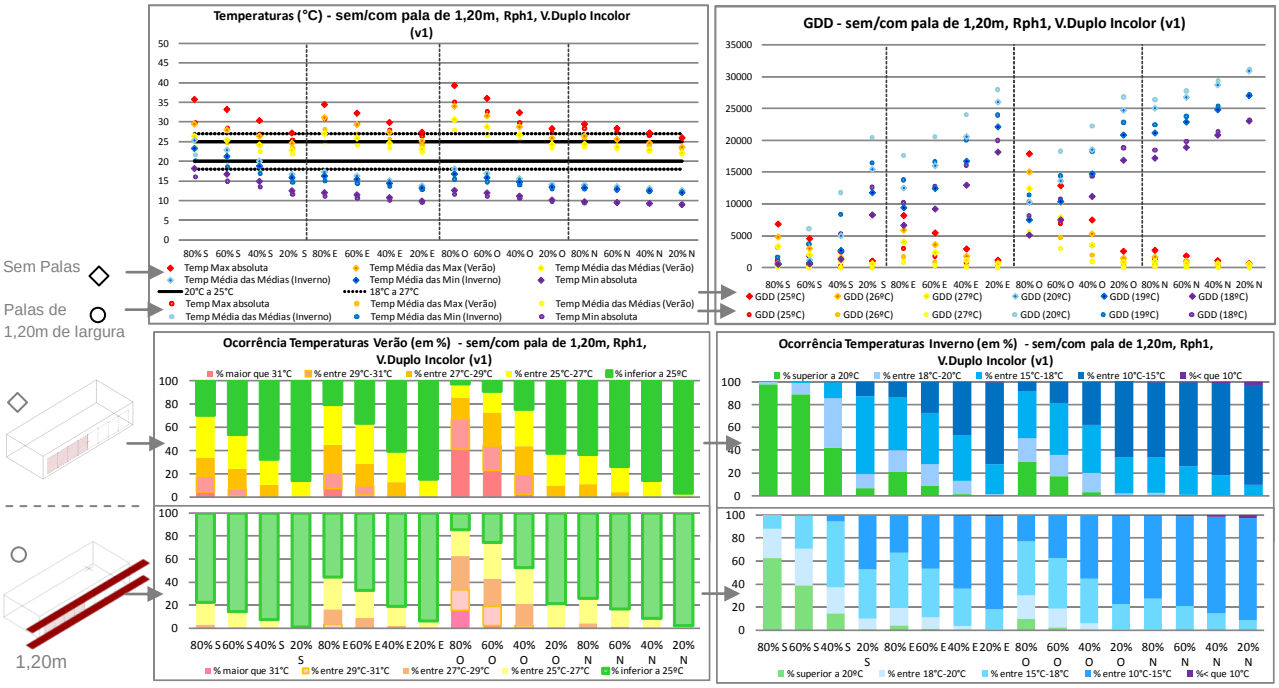


Figura 4.60: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior.

Verão:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 3,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de mais 10%-45% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação de arrefecimento sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2,5°C a 4°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 30%-50% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-25% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 10%-20% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 3°C a 4°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1,5°C a 2,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 20%-30% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C. Obs: Ao introduzir portada interior nas soluções a Este, as quais inicialmente não dispunham de qualquer dispositivo de protecção junto ao envidraçado, verifica-se uma descida nos valores da temperatura interior destas; entretanto estas soluções quando apresentam área de envidraçado superior a 60% da fachada associado a palas de pequenas dimensões (ou até mesmo sem palas) esta redução na temperatura não é suficiente para observar um maior número de horas (nesta estação) com temperaturas inferiores a 27°C; o que pode ser confirmado através do gráfico % de horas a mais com temp inferior a 27°C para soluções a Este sem palas e com Aenv superior a 60% da fachada.

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada; e principalmente sob as orientações Sul e Oeste.

Inverno:

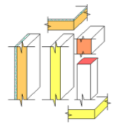
Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em até mais 10% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-15% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 5% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

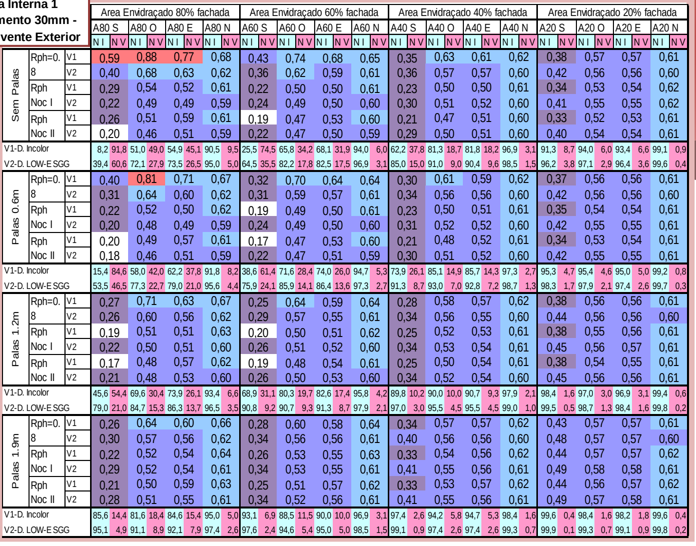
Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 1,5% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 15% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5%-10% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

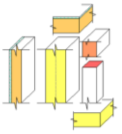
Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).



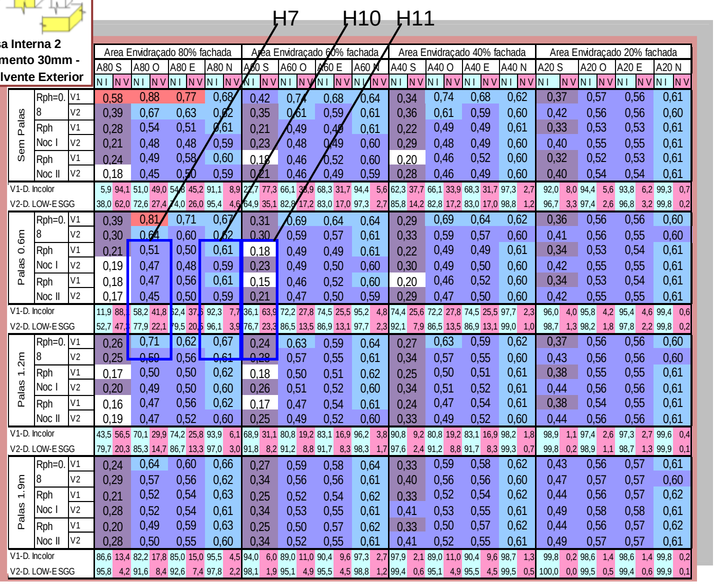
Massa Interna 1
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior



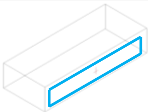
			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,59		0,88		0,77		0,68		0,43		0,74		0,68		0,65		0,35		0,63		0,61		0,62		0,38		0,57		0,57		0,61	
		V2	0,40		0,68		0,63		0,62		0,36		0,62		0,59		0,61		0,36		0,57		0,57		0,60		0,42		0,56		0,56		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,29		0,54		0,52		0,61		0,22		0,50		0,50		0,61		0,23		0,50		0,50		0,61		0,34		0,53		0,54		0,62	
		V2	0,22		0,49		0,49		0,59		0,24		0,49		0,50		0,60		0,30		0,51		0,52		0,60		0,41		0,55		0,55		0,62	
	Rph Noc II	V1	0,26		0,51		0,59		0,61		0,19		0,47		0,53		0,60		0,21		0,47		0,51		0,60		0,33		0,52		0,53		0,61	
		V2	0,20		0,46		0,51		0,59		0,22		0,47		0,50		0,59		0,29		0,50		0,51		0,60		0,40		0,54		0,54		0,61	
V1-D. Incolor			8,2	91,8	51,0	49,0	54,9	45,1	90,5	9,5	25,5	74,5	65,8	34,2	68,1	31,9	94,0	6,0	62,2	37,8	81,3	18,7	81,8	18,2	96,9	3,1	91,3	8,7	94,0	6,0	93,4	6,6	99,1	0,9
V2-D. LOW-E SGG			39,4	60,6	72,1	27,9	73,5	26,5	95,0	5,0	64,5	35,5	82,2	17,8	82,5	17,5	96,9	3,1	85,0	15,0	91,0	9,0	90,4	9,6	98,5	1,5	96,2	3,8	97,1	2,9	96,4	3,6	99,6	0,4
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,40		0,81		0,71		0,67		0,32		0,70		0,64		0,64		0,30		0,61		0,59		0,62		0,37		0,56		0,56		0,61	
		V2	0,31		0,64		0,60		0,62		0,31		0,59		0,57		0,61		0,34		0,56		0,56		0,60		0,42		0,56		0,56		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,22		0,52		0,50		0,62		0,19		0,49		0,50		0,61		0,23		0,50		0,51		0,61		0,35		0,54		0,54		0,61	
		V2	0,20		0,48		0,49		0,59		0,24		0,49		0,50		0,60		0,31		0,52		0,52		0,60		0,42		0,55		0,55		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,20		0,49		0,57		0,61		0,17		0,47		0,53		0,60		0,21		0,48		0,52		0,61		0,34		0,53		0,54		0,61	
		V2	0,18		0,46		0,51		0,59		0,22		0,47		0,51		0,59		0,30		0,51		0,52		0,60		0,42		0,55		0,55		0,61	
V1-D. Incolor			15,4	84,6	58,0	42,0	62,2	37,8	91,8	8,2	38,6	61,4	71,6	28,4	74,0	26,0	94,7	5,3	73,9	26,1	85,1	14,9	85,7	14,3	97,3	2,7	95,3	4,7	95,4	4,6	95,0	5,0	99,2	0,8
V2-D. LOW-E SGG			53,5	46,5	77,3	22,7	79,0	21,0	95,6	4,4	75,9	24,1	85,9	14,1	86,4	13,6	97,3	2,7	91,3	8,7	93,0	7,0	92,8	7,2	98,7	1,3	98,3	1,7	97,9	2,1	97,4	2,6	99,7	0,3
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,27		0,71		0,63		0,67		0,25		0,64		0,59		0,64		0,28		0,58		0,57		0,62		0,38		0,56		0,56		0,61	
		V2	0,26		0,60		0,56		0,62		0,29		0,57		0,55		0,61		0,34		0,56		0,55		0,60		0,44		0,56		0,56		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,19		0,51		0,51		0,63		0,20		0,50		0,51		0,62		0,25		0,52		0,53		0,61		0,38		0,55		0,56		0,61	
		V2	0,22		0,50		0,51		0,60		0,26		0,51		0,52		0,60		0,34		0,53		0,54		0,61		0,45		0,56		0,57		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,17		0,48		0,57		0,62		0,19		0,48		0,54		0,61		0,25		0,50		0,54		0,61		0,38		0,54		0,55		0,61	
		V2	0,21		0,48		0,53		0,60		0,26		0,50		0,53		0,60		0,34		0,52		0,54		0,60		0,45		0,56		0,56		0,61	
V1-D. Incolor			45,6	54,4	69,6	30,4	73,9	26,1	93,4	6,6	68,9	31,1	80,3	19,7	82,6	17,4	95,8	4,2	89,8	10,2	90,0	10,0	90,7	9,3	97,9	2,1	98,4	1,6	97,0	3,0	96,9	3,1	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			79,0	21,0	84,7	15,3	86,3	13,7	96,5	3,5	90,8	9,2	90,7	9,3	91,3	8,7	97,9	2,1	97,0	3,0	95,5	4,5	95,5	4,5	99,0	1,0	99,5	0,5	98,7	1,3	98,4	1,6	99,8	0,2
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,26		0,64		0,60		0,66		0,28		0,60		0,58		0,64		0,34		0,57		0,57		0,62		0,43		0,57		0,57		0,61	
		V2	0,30		0,57		0,56		0,62		0,34		0,56		0,56		0,61		0,40		0,56		0,56		0,60		0,48		0,57		0,57		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,22		0,52		0,54		0,64		0,26		0,53		0,55		0,63		0,33		0,54		0,56		0,62		0,44		0,57		0,57		0,62	
		V2	0,29		0,52		0,54		0,61		0,34		0,53		0,55		0,61		0,41		0,55		0,56		0,61		0,49		0,58		0,58		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,21		0,50		0,59		0,63		0,25		0,51		0,57		0,62		0,33		0,53		0,57		0,62		0,44		0,56		0,57		0,62	
		V2	0,28		0,51		0,55		0,61		0,34		0,52		0,56		0,61		0,41		0,55		0,56		0,61		0,49		0,57		0,58		0,61	
V1-D. Incolor			85,6	14,4	81,6	18,4	84,6	15,4	95,0	5,0	93,1	6,9	88,5	11,5	90,0	10,0	96,9	3,1	97,4	2,6	94,2	5,8	94,7	5,3	98,4	1,6	99,6	0,4	98,4	1,6	98,2	1,8	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			95,1	4,9	91,1	8,9	92,1	7,9	97,4	2,6	97,6	2,4	94,6	5,4	95,0	5,0	98,5	1,5	99,1	0,9	97,4	2,6	97,4	2,6	99,3	0,7	99,9	0,1	99,3	0,7	99,1	0,9	99,8	0,2

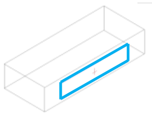


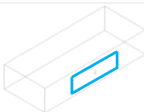
Massa Interna 2
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior

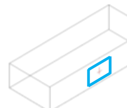


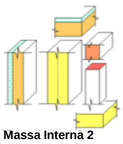
			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,58		0,88		0,77		0,68		0,42		0,74		0,68		0,64		0,34		0,74		0,68		0,62		0,37		0,57		0,56		0,61	
		V2	0,39		0,67		0,63		0,62		0,35		0,61		0,59		0,61		0,36		0,61		0,59		0,60		0,42		0,56		0,56		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,54		0,51		0,61		0,21		0,49		0,49		0,61		0,22		0,49		0,49		0,61		0,33		0,53		0,53		0,61	
		V2	0,21		0,48		0,48		0,59		0,23		0,48		0,49		0,60		0,29		0,48		0,49		0,60		0,40		0,55		0,55		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,24		0,49		0,58		0,60		0,18		0,46		0,52		0,60		0,20		0,46		0,52		0,60		0,32		0,52		0,53		0,61	
		V2	0,18		0,45		0,50		0,59		0,21		0,46		0,49		0,59		0,28		0,46		0,49		0,60		0,40		0,54		0,54		0,61	
V1-D. Incolor			5,9	94,1	51,0	49,0	54,8	45,2	91,1	8,9	22,7	77,3	66,1	33,9	68,3	31,7	94,4	5,6	62,3	37,7	66,1	33,9	68,3	31,7	97,3	2,7	92,0	8,0	94,4	5,6	93,8	6,2	99,3	0,7
V2-D. LOW-E SGG			38,0	62,0	72,6	27,4	74,0	26,0	95,4	4,6	64,9	35,1	82,8	17,2	83,0	17,0	97,3	2,7	85,8	14,2	82,8	17,2	83,0	17,0	98,8	1,2	96,7	3,3	97,4	2,6	96,8	3,2	99,8	0,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,39		0,81		0,71		0,67		0,31		0,69		0,64		0,64		0,29		0,69		0,64		0,62		0,36		0,56		0,56		0,60	
		V2	0,30		0,64		0,60		0,62		0,30		0,59		0,57		0,61		0,33		0,59		0,57		0,60		0,41		0,56		0,55		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,21		0,51		0,50		0,61		0,18		0,49		0,49		0,61		0,22		0,49		0,49		0,61		0,34		0,53		0,54		0,61	
		V2	0,19		0,47		0,48		0,59		0,23		0,49		0,50		0,60		0,30		0,49		0,50		0,60		0,42		0,55		0,55		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,18		0,47		0,56		0,61		0,15		0,46		0,52		0,60		0,20		0,46		0,52		0,60		0,34		0,53		0,54		0,61	
		V2	0,17		0,45		0,50		0,59		0,21		0,47		0,50		0,59		0,29		0,47		0,50		0,60		0,42		0,55		0,55		0,61	
V1-D. Incolor			11,9	88,1	58,2	41,8	62,4	37,6	92,3	7,7	36,1	63,9	72,2	27,8	74,5	25,5	95,2	4,8	74,4	25,6	72,2	27,8	74,5	25,5	97,7	2,3	96,0	4,0	95,8	4,2	95,4	4,6	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			52,7	47,3	77,9	22,1	79,5	20,5	96,1	3,9	76,7	23,3	86,5	13,5	86,9	13,1	97,7	2,3	92,1	7,9	86,5	13,5	86,9	13,1	99,0	1,0	98,7	1,3	98,2	1,8	97,8	2,2	99,8	0,2
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,26		0,71		0,62		0,67		0,24		0,63		0,59		0,64		0,27		0,63		0,59		0,62		0,37		0,56		0,56		0,60	
		V2	0,25		0,59		0,56		0,61		0,28		0,57		0,55		0,61		0,34		0,57		0,55		0,60		0,43		0,56		0,56		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,17		0,50		0,50		0,62		0,18		0,50		0,51		0,62		0,25		0,50		0,51		0,61		0,38		0,55		0,55		0,61	
		V2	0,20		0,49		0,50		0,60		0,26		0,51		0,52		0,60		0,34		0,51		0,52		0,61		0,44		0,56		0,56		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,16		0,47		0,56		0,62		0,17		0,47		0,54		0,61		0,24		0,47		0,54		0,61		0,38		0,54		0,55		0,61	
		V2	0,19		0,47		0,52		0,60		0,25		0,49		0,52		0,60		0,33		0,49		0,52		0,60		0,44		0,56		0,56		0,61	
V1-D. Incolor			43,5	56,5	70,1	29,9	74,2	25,8	93,9	6,1	68,9	31,1	80,8	19,2	83,1	16,9	96,2	3,8	90,8	9,2	80,8	19,2	83,1	16,9	98,2	1,8	98,9	1,1	97,4	2,6	97,3	2,7	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			79,7	20,3	85,3	14,7	86,7	13,3	97,0	3,0	91,8	8,2	91,2	8,8	91,7	8,3	98,3	1,7	97,6	2,4	91,2	8,8	91,7	8,3	99,3	0,7	99,8	0,2	98,9	1,1	98,7	1,3	99,9	0,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,24		0,64		0,60		0,66		0,27		0,59		0,58		0,64		0,33		0,59		0,58		0,62		0,43		0,56		0,57		0,61	
		V2	0,29		0,57		0,56		0,62		0,34		0,56		0,56		0,61		0,40		0,56		0,56		0,60		0,47		0,57		0,57		0,60	
	Rph Noc I	V1	0,21		0,52		0,54		0,63		0,25		0,52		0,54		0,62		0,33		0,52		0,54		0,62		0,44		0,56		0,57		0,62	
		V2	0,28		0,52		0,54		0,61		0,34		0,53		0,55		0,61		0,41		0,53		0,55		0,61		0,49		0,58		0,58		0,61	
	Rph Noc II	V1	0,20		0,49		0,59		0,63		0,25		0,50		0,57		0,62		0,33		0,50		0,57		0,62		0,44		0,56		0,57		0,62	
		V2	0,28		0,50		0,55		0,60		0,34		0,52		0,55		0,61		0,41		0,52		0,55		0,61		0,49		0,57		0,57		0,61	
V1-D. Incolor			86,6	13,4	82,2	17,8	85,0	15,0	95,5	4,5	94,0	6,0	89,0	11,0	90,4	9,6	97,3	2,7	97,9	2,1	89,0	11,0	90,4	9,6	98,7	1,3	99,8	0,2	98,6	1,4	98,6	1,4	99,8	0,2
V2-D. LOW-E SGG			95,8	4,2	91,6	8,4	92,6	7,4	97,8	2,2	98,1	1,9	95,1	4,9	95,5	4,5	98,8	1,2	99,4	0,6	95,1	4,9	95,5	4,5	99,5	0,5	100,0	0,0	99,5	0,5	99,4	0,6	99,9	0,1



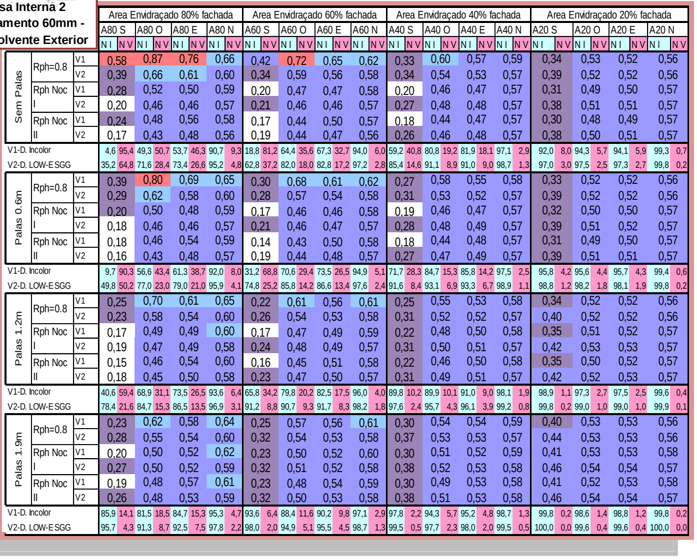




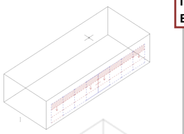


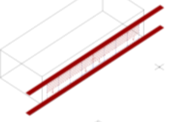


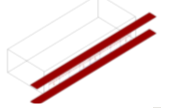
Massa Interna 2
Isolamento 60mm -
Envolvente Exterior

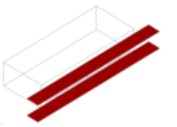


			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,58		0,87		0,76		0,66		0,42		0,72		0,65		0,62		0,33		0,60		0,57		0,59		0,34		0,53		0,52		0,56	
		V2	0,39		0,66		0,61		0,60		0,34		0,59		0,56		0,58		0,34		0,54		0,53		0,57		0,39		0,52		0,52		0,56	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,52		0,50		0,59		0,20		0,47		0,47		0,58		0,20		0,46		0,47		0,57		0,31		0,49		0,50		0,57	
		V2	0,20		0,46		0,46		0,57		0,21		0,46		0,46		0,57		0,27		0,48		0,48		0,57		0,38		0,51		0,51		0,57	
	Rph Noc II	V1	0,24		0,48		0,56		0,58		0,17		0,44		0,50		0,57		0,18		0,44		0,47		0,57		0,30		0,48		0,49		0,57	
		V2	0,17		0,43		0,48		0,56		0,19		0,44		0,47		0,56		0,26		0,46		0,48		0,57		0,38		0,50		0,51		0,57	
V1-D. Incolor			4,6	95,4	49,3	50,7	53,7	46,3	90,7	9,3	18,8	81,2	64,4	35,6	67,3	32,7	94,0	6,0	59,2	40,8	80,8	19,2	81,9	18,1	97,1	2,9	92,0	8,0	94,3	5,7	94,1	5,9	99,3	0,7
V2-D. LOW-E SGG			35,2	64,8	71,6	28,4	73,4	26,6	95,2	4,8	62,8	37,2	82,0	18,0	82,8	17,2	97,2	2,8	85,4	14,6	91,1	8,9	91,0	9,0	98,7	1,3	97,0	3,0	97,5	2,5	97,3	2,7	99,8	0,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,39		0,80		0,69		0,65		0,30		0,68		0,61		0,62		0,27		0,58		0,55		0,58		0,33		0,52		0,52		0,56	
		V2	0,29		0,62		0,58		0,60		0,28		0,57		0,54		0,58		0,31		0,53		0,52		0,57		0,39		0,52		0,52		0,56	
	Rph Noc I	V1	0,20		0,50		0,48		0,59		0,17		0,46		0,46		0,58		0,19		0,46		0,47		0,57		0,32		0,50		0,50		0,57	
		V2	0,18		0,46		0,46		0,57		0,21		0,46		0,47		0,57		0,28		0,48		0,49		0,57		0,39		0,51		0,52		0,57	
	Rph Noc II	V1	0,18		0,46		0,54		0,59		0,14		0,43		0,50		0,58		0,18		0,44		0,48		0,57		0,31		0,49		0,50		0,57	
		V2	0,16		0,43		0,48		0,57		0,19		0,44		0,48		0,57		0,27		0,47		0,49		0,57		0,39		0,51		0,51		0,57	
V1-D. Incolor			9,7	90,3	56,6	43,4	61,3	38,7	92,0	8,0	31,2	68,8	70,6	29,4	73,5	26,5	94,9	5,1	71,7	28,3	84,7	15,3	85,8	14,2	97,5	2,5	95,8	4,2	95,6	4,4	95,7	4,3	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			49,8	50,2	77,0	23,0	79,0	21,0	95,9	4,1	74,8	25,2	85,8	14,2	86,6	13,4	97,6	2,4	91,6	8,4	93,1	6,9	93,3	6,7	98,9	1,1	98,8	1,2	98,2	1,8	98,1	1,9	99,8	0,2
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,25		0,70		0,61		0,65		0,22		0,61		0,56		0,61		0,25		0,55		0,53		0,58		0,34		0,52		0,52		0,56	
		V2	0,23		0,58		0,54		0,60		0,26		0,54		0,53		0,58		0,31		0,52		0,52		0,57		0,40		0,52		0,52		0,56	
	Rph Noc I	V1	0,17		0,49		0,49		0,60		0,17		0,47		0,49		0,59		0,22		0,48		0,50		0,58		0,35		0,51		0,52		0,57	
		V2	0,19		0,47		0,49		0,58		0,24		0,48		0,49		0,57		0,31		0,50		0,51		0,57		0,42		0,53		0,53		0,57	
	Rph Noc II	V1	0,15		0,46		0,54		0,60		0,16		0,45		0,51		0,58		0,22		0,46		0,50		0,58		0,35		0,50		0,52		0,57	
		V2	0,18		0,45		0,50		0,58		0,23		0,47		0,50		0,57		0,31		0,49		0,51		0,57		0,42		0,52		0,53		0,57	
V1-D. Incolor			40,6	59,4	68,9	31,1	73,5	26,5	93,6	6,4	65,8	34,2	79,8	20,2	82,5	17,5	96,0	4,0	89,8	10,2	89,9	10,1	91,0	9,0	98,1	1,9	98,9	1,1	97,3	2,7	97,5	2,5	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			78,4	21,6	84,7	15,3	86,5	13,5	96,9	3,1	91,2	8,8	90,7	9,3	91,7	8,3	98,2	1,8	97,6	2,4	95,7	4,3	96,1	3,9	99,2	0,8	99,8	0,2	99,0	1,0	99,0	1,0	99,9	0,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,23		0,62		0,58		0,64		0,25		0,57		0,56		0,61		0,30		0,54		0,54		0,59		0,40		0,53		0,53		0,56	
		V2	0,28		0,55		0,54		0,60		0,32		0,54		0,53		0,58		0,37		0,53		0,53		0,57		0,44		0,53		0,53		0,56	
	Rph Noc I	V1	0,20		0,50		0,52		0,62		0,23		0,50		0,52		0,60		0,30		0,51		0,52		0,59		0,41		0,53		0,53		0,58	
		V2	0,27		0,50		0,52		0,59		0,32		0,51		0,52		0,58		0,38		0,52		0,53		0,58		0,46		0,54		0,54		0,57	
	Rph Noc II	V1	0,19		0,48		0,57		0,61		0,23		0,48		0,54		0,59		0,30		0,49		0,53		0,58		0,41		0,52		0,53		0,58	
		V2	0,26		0,48		0,53		0,59		0,32		0,50		0,53		0,58		0,38		0,51		0,53		0,58		0,46		0,54		0,54		0,57	
V1-D. Incolor			85,9	14,1	81,5	18,5	84,7	15,3	95,3	4,7	93,6	6,4	88,4	11,6	90,2	9,8	97,1	2,9	97,8	2,2	94,3	5,7	95,2	4,8	98,7	1,3	99,8	0,2	98,6	1,4	98,8	1,2	99,8	0,2
V2-D. LOW-E SGG			95,7	4,3	91,3	8,7	92,5	7,5	97,8	2,2	98,0	2,0	94,9	5,1	95,5	4,5	98,7	1,3	99,5	0,5	97,7	2,3	98,0	2,0	99,5	0,5	100,0	0,0	99,6	0,4	99,6	0,4	100,0	0,0

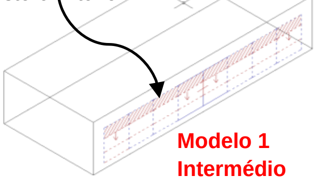








Situação C-)
Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Exterior – Tipo Estore Exterior



Modelo 1
Intermédio

Legenda

🟥 Temp. Med Min. Inferior a 13°C
🟥 Temp. Med Max. superior a 30°C
🟧

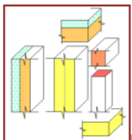
superior a 1

1

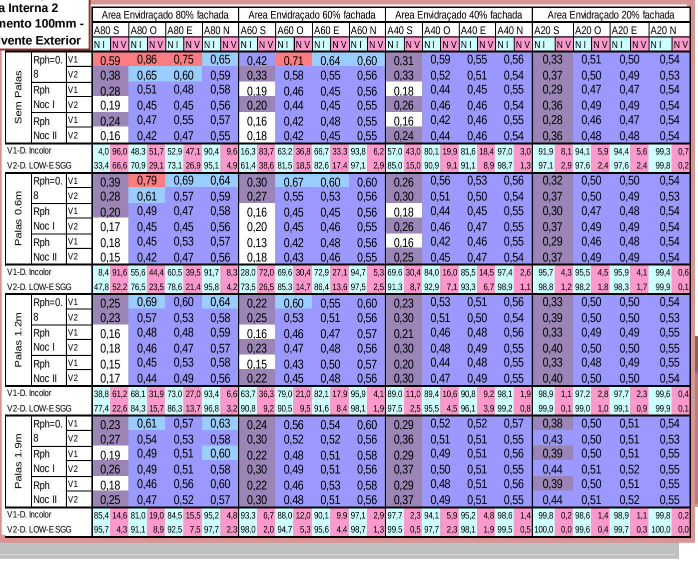
inferior a 1

🟩 entre 0.8 e 1
🟦 entre 0.6 e 0.8
🟪 entre 0.4 e 0.6
⬛ entre 0.2 e 0.4
⬜ entre 0.0 e 0.2

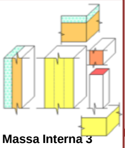
1= 7233,92 ' kWh
Solução de Referência



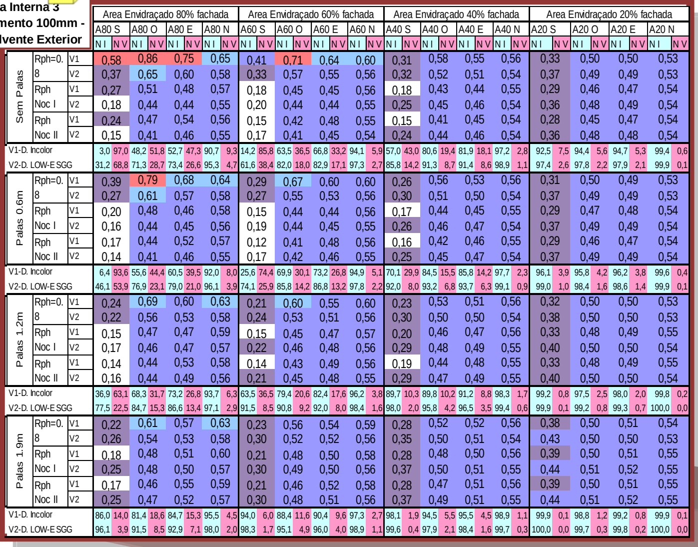
Massa Interna 2
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,59		0,86		0,75		0,65		0,42		0,71		0,64		0,60		0,31		0,59		0,55		0,56		0,33		0,51		0,50		0,54	
		V2	0,38		0,65		0,60		0,59		0,33		0,58		0,55		0,56		0,33		0,52		0,51		0,54		0,37		0,50		0,49		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,51		0,48		0,58		0,19		0,46		0,45		0,56		0,18		0,44		0,45		0,55		0,29		0,47		0,47		0,54	
		V2	0,19		0,45		0,45		0,56		0,20		0,44		0,45		0,55		0,26		0,46		0,46		0,54		0,36		0,49		0,49		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,24		0,47		0,55		0,57		0,16		0,42		0,48		0,55		0,16		0,42		0,46		0,55		0,28		0,46		0,47		0,54	
		V2	0,16		0,42		0,47		0,55		0,18		0,42		0,45		0,55		0,24		0,44		0,46		0,54		0,36		0,48		0,48		0,54	
V1-D. Incolor			4,0	96,0	48,3	51,7	52,9	47,1	90,4	9,6	16,3	83,7	63,2	36,8	66,7	33,3	93,8	6,2	57,0	43,0	80,1	19,9	81,6	18,4	97,0	3,0	91,9	8,1	94,1	5,9	94,4	5,6	99,3	0,7
V2-D. LOW-E SGG			33,4	66,6	70,9	29,1	73,1	26,9	95,1	4,9	61,4	38,6	81,5	18,5	82,6	17,4	97,1	2,9	85,0	15,0	90,9	9,1	91,1	8,9	98,7	1,3	97,1	2,9	97,6	2,4	97,6	2,4	99,8	0,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,39		0,79		0,69		0,64		0,30		0,67		0,60		0,60		0,26		0,56		0,53		0,56		0,32		0,50		0,50		0,54	
		V2	0,28		0,61		0,57		0,59		0,27		0,55		0,53		0,56		0,30		0,51		0,50		0,54		0,37		0,50		0,49		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,20		0,49		0,47		0,58		0,16		0,45		0,45		0,56		0,18		0,44		0,45		0,55		0,30		0,47		0,48		0,54	
		V2	0,17		0,45		0,45		0,56		0,20		0,45		0,46		0,55		0,26		0,46		0,47		0,55		0,37		0,49		0,49		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,18		0,45		0,53		0,57		0,13		0,42		0,48		0,56		0,16		0,42		0,46		0,55		0,29		0,46		0,48		0,54	
		V2	0,15		0,42		0,47		0,56		0,18		0,43		0,46		0,55		0,25		0,45		0,47		0,54		0,37		0,49		0,49		0,54	
V1-D. Incolor			8,4	91,6	55,6	44,4	60,5	39,5	91,7	8,3	28,0	72,0	69,6	30,4	72,9	27,1	94,7	5,3	69,6	30,4	84,0	16,0	85,5	14,5	97,4	2,6	95,7	4,3	95,5	4,5	95,9	4,1	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			47,8	52,2	76,5	23,5	78,6	21,4	95,8	4,2	73,5	26,5	85,3	14,7	86,4	13,6	97,5	2,5	91,3	8,7	92,9	7,1	93,3	6,7	98,9	1,1	98,8	1,2	98,2	1,8	98,3	1,7	99,9	0,1
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,25		0,69		0,60		0,64		0,22		0,60		0,55		0,60		0,23		0,53		0,51		0,56		0,33		0,50		0,50		0,54	
		V2	0,23		0,57		0,53		0,58		0,25		0,53		0,51		0,56		0,30		0,51		0,50		0,54		0,39		0,50		0,50		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,16		0,48		0,48		0,59		0,16		0,46		0,47		0,57		0,21		0,46		0,48		0,56		0,33		0,49		0,49		0,55	
		V2	0,18		0,46		0,47		0,57		0,23		0,47		0,48		0,56		0,30		0,48		0,49		0,55		0,40		0,50		0,50		0,55	
	Rph Noc II	V1	0,15		0,45		0,53		0,58		0,15		0,43		0,50		0,57		0,20		0,44		0,48		0,55		0,33		0,48		0,49		0,55	
		V2	0,17		0,44		0,49		0,56		0,22		0,45		0,48		0,56		0,30		0,47		0,49		0,55		0,40		0,50		0,50		0,54	
V1-D. Incolor			38,8	61,2	68,1	31,9	73,0	27,0	93,4	6,6	63,7	36,3	79,0	21,0	82,1	17,9	95,9	4,1	89,0	11,0	89,4	10,6	90,8	9,2	98,1	1,9	98,9	1,1	97,2	2,8	97,7	2,3	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			77,4	22,6	84,3	15,7	86,3	13,7	96,8	3,2	90,8	9,2	90,5	9,5	91,6	8,4	98,1	1,9	97,5	2,5	95,5	4,5	96,1	3,9	99,2	0,8	99,9	0,1	99,0	1,0	99,1	0,9	99,9	0,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,23		0,61		0,57		0,63		0,24		0,56		0,54		0,60		0,29		0,52		0,52		0,57		0,38		0,50		0,51		0,54	
		V2	0,27		0,54		0,53		0,58		0,30		0,52		0,52		0,56		0,36		0,51		0,51		0,55		0,43		0,50		0,51		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,19		0,49		0,51		0,60		0,22		0,48		0,51		0,58		0,29		0,49		0,51		0,56		0,39		0,50		0,51		0,55	
		V2	0,26		0,49		0,51		0,58		0,30		0,49		0,51		0,56		0,37		0,50		0,51		0,55		0,44		0,51		0,52		0,55	
	Rph Noc II	V1	0,18		0,46		0,56		0,60		0,22		0,46		0,53		0,58		0,29		0,48		0,51		0,56		0,39		0,50		0,51		0,55	
		V2	0,25		0,47		0,52		0,57		0,30		0,48		0,51		0,56		0,37		0,49		0,51		0,55		0,44		0,51		0,52		0,55	
V1-D. Incolor			85,4	14,6	81,0	19,0	84,5	15,5	95,2	4,8	93,3	6,7	88,0	12,0	90,1	9,9	97,1	2,9	97,7	2,3	94,1	5,9	95,2	4,8	98,6	1,4	99,8	0,2	98,6	1,4	98,9	1,1	99,8	0,2
V2-D. LOW-E SGG			95,7	4,3	91,1	8,9	92,5	7,5	97,7	2,3	98,0	2,0	94,7	5,3	95,6	4,4	98,7	1,3	99,5	0,5	97,7	2,3	98,1	1,9	99,5	0,5	100,0	0,0	99,6	0,4	99,7	0,3	100,0	0,0

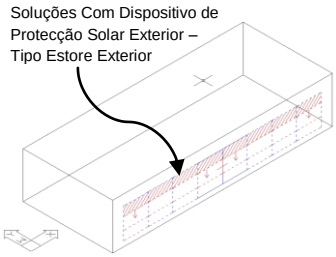


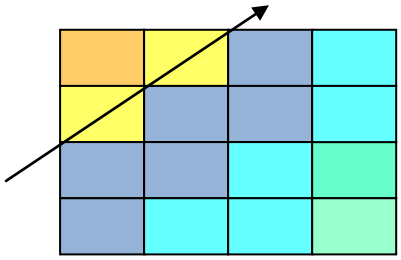
Massa Interna 3
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,58		0,86		0,75		0,65		0,41		0,71		0,64		0,60		0,31		0,58		0,55		0,56		0,33		0,50		0,50		0,53	
		V2	0,37		0,65		0,60		0,58		0,33		0,57		0,55		0,56		0,32		0,52		0,51		0,54		0,37		0,49		0,49		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,27		0,51		0,48		0,57		0,18		0,45		0,45		0,56		0,18		0,43		0,44		0,55		0,29		0,46		0,47		0,54	
		V2	0,18		0,44		0,44		0,55		0,20		0,44		0,44		0,55		0,25		0,45		0,46		0,54		0,36		0,48		0,49		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,24		0,47		0,54		0,56		0,15		0,42		0,48		0,55		0,15		0,41		0,45		0,54		0,28		0,45		0,47		0,54	
		V2	0,15		0,41		0,46		0,55		0,17		0,41		0,45		0,54		0,24		0,44		0,46		0,54		0,36		0,48		0,48		0,54	
V1-D. Incolor			3,0	97,0	48,2	51,8	52,7	47,3	90,7	9,3	14,2	85,8	63,5	36,5	66,8	33,2	94,1	5,9	57,0	43,0	80,6	19,4	81,9	18,1	97,2	2,8	92,5	7,5	94,4	5,6	94,7	5,3	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			31,2	68,8	71,3	28,7	73,4	26,6	95,3	4,7	61,6	38,4	82,0	18,0	82,9	17,1	97,3	2,7	85,8	14,2	91,3	8,7	91,4	8,6	98,9	1,1	97,4	2,6	97,8	2,2	97,9	2,1	99,9	0,1
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,39		0,79		0,68		0,64		0,29		0,67		0,60		0,60		0,26		0,56		0,53		0,56		0,31		0,50		0,49		0,53	
		V2	0,27		0,61		0,57		0,58		0,27		0,55		0,53		0,56		0,30		0,51		0,50		0,54		0,37		0,49		0,49		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,20		0,48		0,46		0,58		0,15		0,44		0,44		0,56		0,17		0,44		0,45		0,55		0,29		0,47		0,48		0,54	
		V2	0,16		0,44		0,45		0,56		0,19		0,44		0,45		0,55		0,26		0,46		0,47		0,54		0,37		0,49		0,49		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,17		0,44		0,52		0,57		0,12		0,41		0,48		0,56		0,16		0,42		0,46		0,55		0,29		0,46		0,47		0,54	
		V2	0,14		0,41		0,46		0,55		0,17		0,42		0,46		0,55		0,25		0,45		0,47		0,54		0,37		0,49		0,49		0,54	
V1-D. Incolor			6,4	93,6	55,6	44,4	60,5	39,5	92,0	8,0	25,6	74,4	69,9	30,1	73,2	26,8	94,9	5,1	70,1	29,9	84,5	15,5	85,8	14,2	97,7	2,3	96,1	3,9	95,8	4,2	96,2	3,8	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			46,1	53,9	76,9	23,1	79,0	21,0	96,1	3,9	74,1	25,9	85,8	14,2	86,8	13,2	97,8	2,2	92,0	8,0	93,2	6,8	93,7	6,3	99,1	0,9	99,0	1,0	98,4	1,6	98,6	1,4	99,9	0,1
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,24		0,69		0,60		0,63		0,21		0,60		0,55		0,60		0,23		0,53		0,51		0,56		0,32		0,50		0,50		0,53	
		V2	0,22		0,56		0,53		0,58		0,24		0,53		0,51		0,56		0,30		0,50		0,50		0,54		0,38		0,50		0,50		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,15		0,47		0,47		0,59		0,15		0,45		0,47		0,57		0,20		0,46		0,47		0,56		0,33		0,48		0,49		0,55	
		V2	0,17		0,46		0,47		0,57		0,22		0,46		0,48		0,56		0,29		0,48		0,49		0,55		0,40		0,50		0,50		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,14		0,44		0,53		0,58		0,14		0,43		0,49		0,56		0,19		0,44		0,48		0,55		0,33		0,48		0,49		0,55	
		V2	0,16		0,44		0,49		0,56		0,21		0,45		0,48		0,55		0,29		0,47		0,49		0,55		0,40		0,50		0,50		0,54	
V1-D. Incolor			36,9	63,1	68,3	31,7	73,2	26,8	93,7	6,3	63,5	36,5	79,4	20,6	82,4	17,6	96,2	3,8	89,7	10,3	89,8	10,2	91,2	8,8	98,3	1,7	99,2	0,8	97,5	2,5	98,0	2,0	99,8	0,2
V2-D. LOW-E SGG			77,5	22,5	84,7	15,3	86,6	13,4	97,1	2,9	91,5	8,5	90,8	9,2	92,0	8,0	98,4	1,6	98,0	2,0	95,8	4,2	96,5	3,5	99,4	0,6	99,9	0,1	99,2	0,8	99,3	0,7	100,0	0,0
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,22		0,61		0,57		0,63		0,23		0,56		0,54		0,59		0,28		0,52		0,52		0,56		0,38		0,50		0,51		0,54	
		V2	0,26		0,54		0,53		0,58		0,30		0,52		0,52		0,56		0,35		0,50		0,51		0,54		0,43		0,50		0,50		0,53	
	Rph Noc I	V1	0,18		0,48		0,51		0,60		0,21		0,48		0,50		0,58		0,28		0,48		0,50		0,56		0,39		0,50		0,51		0,55	
		V2	0,25		0,48		0,50		0,57		0,30		0,49		0,50		0,56		0,37		0,50		0,51		0,55		0,44		0,51		0,52		0,55	
	Rph Noc II	V1	0,17		0,46		0,55		0,59		0,21		0,46		0,52		0,58		0,28		0,47		0,51		0,56		0,39		0,50		0,51		0,55	
		V2	0,25		0,47		0,52		0,57		0,30		0,48		0,51		0,56		0,37		0,49		0,51		0,55		0,44		0,51		0,52		0,55	
V1-D. Incolor			86,0	14,0	81,4	18,6	84,7	15,3	95,5	4,5	94,0	6,0	88,4	11,6	90,4	9,6	97,3	2,7	98,1	1,9	94,5	5,5	95,5	4,5	98,9	1,1	99,9	0,1	98,8	1,2	99,2	0,8	99,9	0,1
V2-D. LOW-E SGG			96,1	3,9	91,5	8,5	92,9	7,1	98,0	2,0	98,3	1,7	95,1	4,9	96,0	4,0	98,9	1,1	99,6	0,4	97,9	2,1	98,4	1,6	99,7	0,3	100,0	0,0	99,7	0,3	99,8	0,2	100,0	0,0

4.3.2.3 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Exterior** junto ao envidraçado





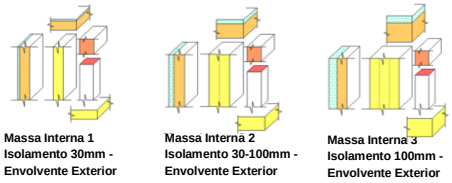
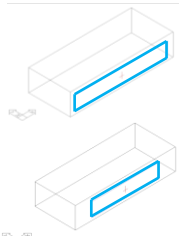


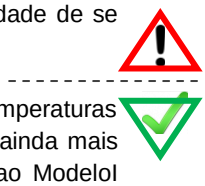
Figura 4.61: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Exterior (tipo estore) junto ao envidraçado.

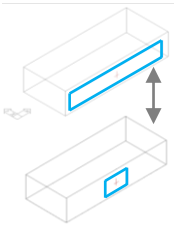
- Somente um número muito reduzido de soluções da Matriz tendem a apresentar-se em situação crítica relativamente as condições interiores, as quais conduzem a um maior dispêndio de energia. Estas situações estão identificadas a seguir, as quais estão mais propriamente relacionada com as questões arrefecimento (estação quente).



As soluções que apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C, são:
- Soluções a Sul e a Este: com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada, sem palas, com Portadal associada a Rph=0.8, com vidro duplo incolor (V1).
- Soluções a Oeste: com área de envidraçado superior a 60% da fachada, palas inferiores a 0.60m, com Portadal associada a Rph=0.8, com vidro duplo incolor (V1).

De modo geral, em síntese) tomar atenção as soluções orientadas a Sul, Este e Oeste, com:
- 80% da fachada envidraçada, sem palas, com Portadal associada a Rph=0.8, com vidro duplo incolor (V1).
Portanto ao mudar o Rph, ou a solução de portada, ou a largura da pala verifica-se a possibilidade de se obter melhores resultados, sem apresentar situações críticas ao longo do ano.





As demais soluções da Matriz tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Oferecendo assim, um leque de opções ainda mais alargado do apresentado nas Secções da Matriz anteriores, os quais correspondem também ao Modelol Intermédio mas sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado ou com portadas interiores. Desta forma ao estabelecer comparação entre esta e as Secções da Matriz anteriores (sem dispositivo e com dispositivo interior) fica ainda mais evidenciando a importância da presença de um dispositivo de protecção, principalmente se este for exterior.

Uma questão importante que se verifica é a eficácia deste dispositivo de protecção para soluções orientadas a Este (nas secções anteriores as soluções a Este na ausência de dispositivos de protecção solar ou quando com portada interior apresentava piores resultados comparativamente com as soluções semelhantes a estas mas sob as demais orientações). Também nota-se a sua eficácia para as soluções nas orientações Sul e Oeste.

Para as soluções a Norte adoptar portada ou estore pode proporcionar melhores resultados comparativamente com estas soluções quando não apresentam qualquer dispositivo de protecção. Entretanto não se nota grande diferença entre os resultados (de forma geral) quando adoptado dispositivo interior ou exterior. Faz diferença ter um dispositivo, mas não faz diferença o tipo (interior/ exterior).

Verifica-se que a presença de um dispositivo de protecção exterior permite obter para um Modelo como este (em andar intermédio) melhoras nos resultados globais até:

	80% env	60% env	40% env	20% env
Sul	40% a 85%	60% a 85%	60% a 80%	55% a 70%
Oeste	15% a 60%	30% a 55%	45% a 50%	45% a 50%
Este	25% a 55%	35% a 55%	40% a 50%	45% a 50%
Norte	35% a 45%	40% a 45%	40% a 45%	40% a 45%

Figura 4.62: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 1- Intermédio com dispositivo de protecção Exterior.

A semelhança do observado para as soluções com portada interior, na medida que a área de envidraçado diminui os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias) é menor; enquanto o limite mínimo (valores percentuais mínimos) aumentam. Desta forma, foram para as soluções com área de envidraçado 80% da fachada a se obter os melhores resultados, bem como os piores resultados comparativamente com a solução de referência. Portanto mesmo tendo sido obtido resultados não muito favoráveis para soluções com esta área de envidraçado, rapidamente ao ter sido alterado um ou mais parâmetros rapidamente obteve-se resultados até 85% melhores que a solução de referência.

Para todas as soluções com área de envidraçado inferior a 40% do envidraçado (independentemente da orientação), bem como para todas soluções da Matriz com orientação Norte; as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento, ou seja, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas). Para estas soluções verifica-se também (em termos gerais) uma influência reduzida do tipo de palas, Rph, e tipo de vidro sobre sobre os resultados; isto comparativamente com as soluções que possuem área de envidraçado superior a 60% da fachada.

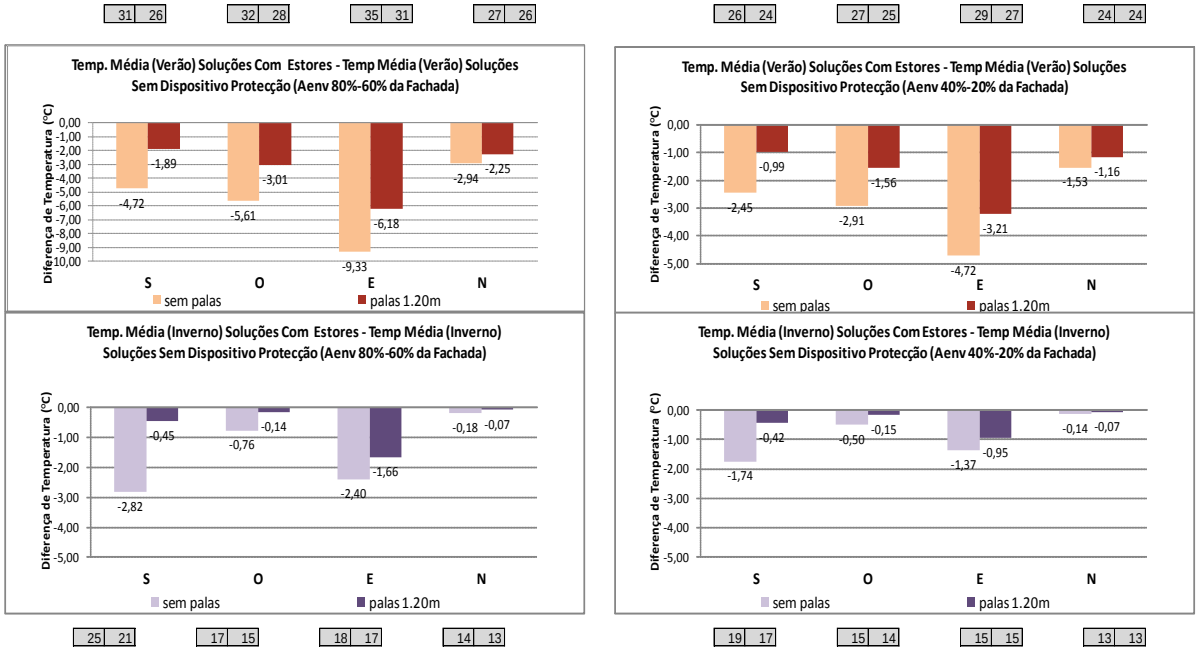
Para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, nas orientações Sul, Oeste e Este, a medida que as dimensões das palas vão aumentando a parcela referente as necessidades de arrefecimento i diminui enquanto a parcela de aquecimento aumenta.

Nota-se que nem sempre as soluções com dimensões de palas maiores foram as apresentarem melhores resultados. Por exemplo algumas soluções com 80% envidraçado a Sul, quando com palas de 1.20m apresentaram melhores resultados do que quando com palas de 1.90m (parcela de aquecimento muito maior para as soluções quando com pala de 1.90m).

Observação: 1-) como exemplo e semelhança das soluções orientadas a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 0.60m, pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa), a qual foi denominada neste estudo como H7 ou Hab7. 2-) como exemplo e semelhança das soluções orientadas a Norte com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 0.60m, pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa), a qual foi denominada H10 ou Hab10. 3-) como exemplo e semelhança das soluções orientadas a Sul com área de envidraçado correspondendo a 60% da fachada exposta e com palas de aproximadamente 0.60m, pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa), a qual foi denominada H11 ou Hab11 (Apêndice I.1 do Anexo 4.1).

<u>Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção exterior (estore exterior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste</u>:

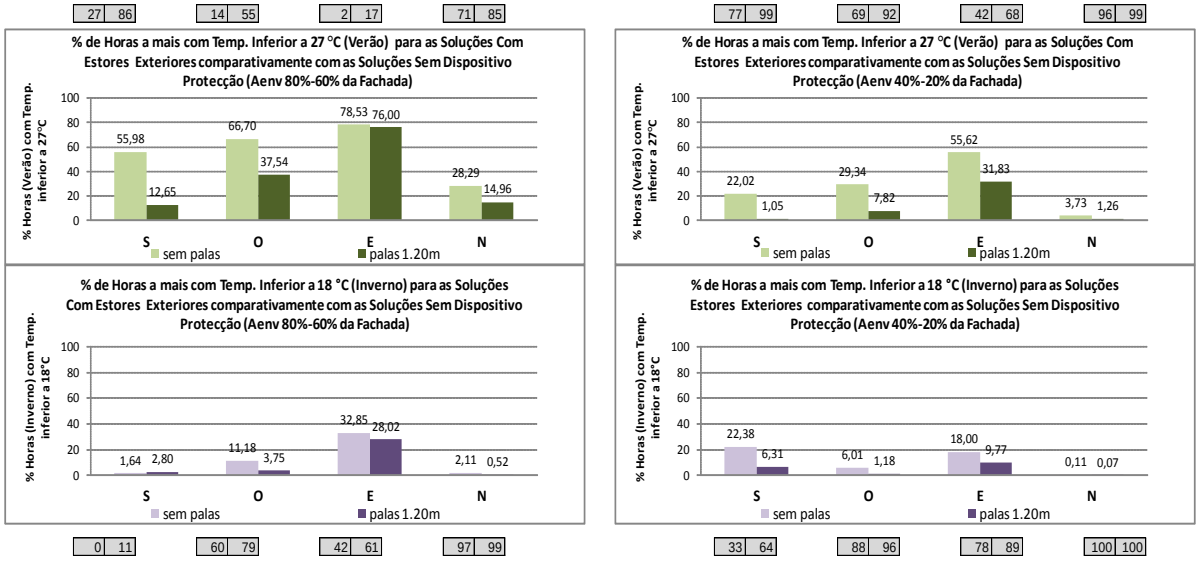
Nos gráficos da figura a seguir, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (estoreII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Este, posteriormente a as orientadas a Oeste e a Sul. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 1°C e 10°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de 5% a 80% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.63: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Exterior, Modelo1-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção exterior (estoreII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul, posteriormente a as orientadas a Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 3°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 30% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.64: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Exterior, Modelo1-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estoreII Matriz) passou a ter mais 55% das horas com temperatura inferior a 27°C (total aproximadamente 80% do tempo com temperaturas inferiores a 27°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 15% das horas com temperatura inferior a 27°C para 81%; a orientada a Este de 2% passou para 80% (demonstrando grande influência sobre as condições interiores de soluções com tais características). A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 27°C.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior praticamente não apresentou temperaturas inferiores a 18°C, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estoreII Matriz) passou a ter 5% das horas com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 60% das horas com temperatura inferior a 18°C para 80%; a orientada a Este de 40% passou para 80% (demonstrando grande influência sobre as condições interiores de soluções com tais características). A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C (mais de 90% do tempo).

- A solução a Sul com 20%-40% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estoreII Matriz) passou a ter mais 20% das horas com temperatura inferior a 18°C (total aproximadamente 50% do tempo com temperaturas inferiores a 18°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 90% das horas com temperatura inferior a 18°C para 95%; a orientada a Este de 80% passou para 95%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C praticamente de 100%.

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção exterior do tipo estoreII, que este dispositivo estaria aberto durante o Dia (horas de Sol) somente cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 30% do mesmo (na parte superior do envidraçado).

<u>Análise Temperatura – Modelo1 Intermédio – Com dispositivo de Protecção Exterior (Estore)</u>

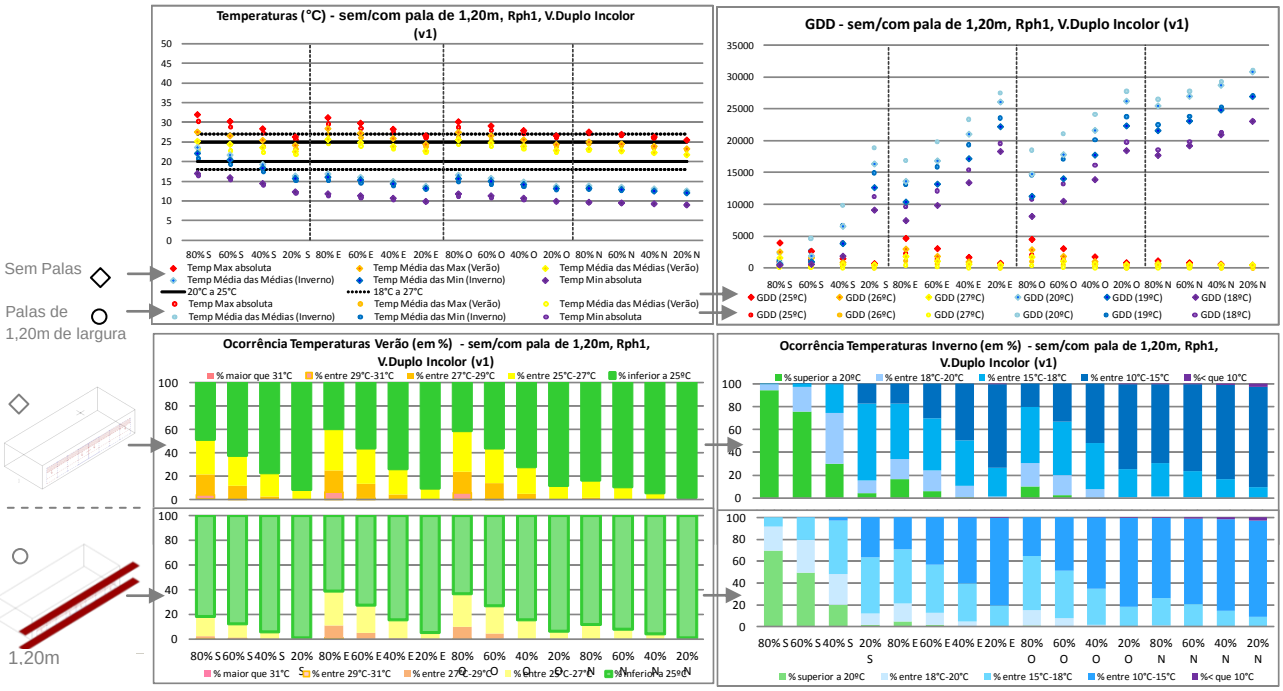


Figura 4.65: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Exterior.

Verão:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a 5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 3,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 10%-55% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 3°C a 5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 2°C a 3°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 35%-70% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-30% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a 3°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 15%-30% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 6°C a 9°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 3°C a 5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 75%-80% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 30%-55% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada; e principalmente sob as orientações Este, Oeste e Sul (mas sobretudo sob orientação Este).

Inverno:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 3°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 0,5°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 2% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 5%-10% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

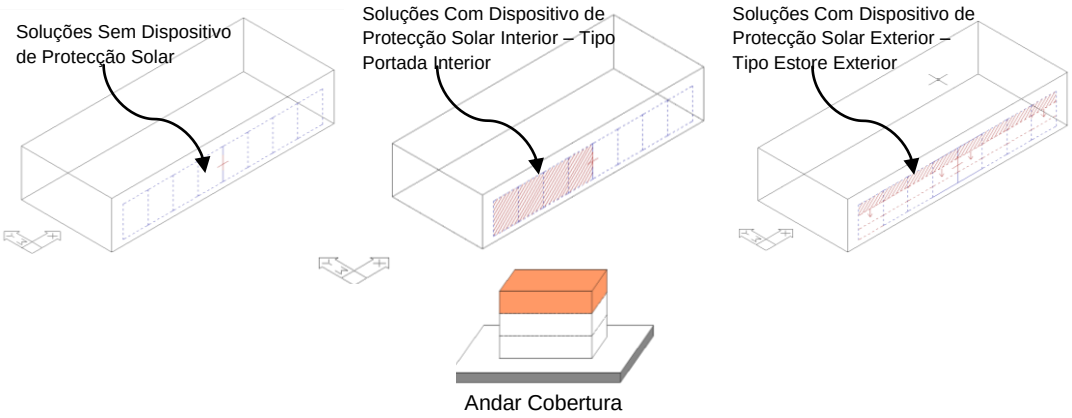
Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo

de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de até 2% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1,5°C a 2,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 30% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 10%-20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).

4.3.3 Análise Modelo 1 Cobertura



- Com relação ao conjunto de soluções da Matriz correspondentes ao Modelo1 em andar de Cobertura, parte destas quando com um menor grau de isolamento tendem a apresentar maior dispêndio de energia nas principais estações do ano (Verão ou Inverno), enquanto outra parcela das soluções quando com um maior grau de isolamento tendem a não apresentar maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e arrefecimento, bem como média das temperaturas máximas diárias superior a 30°C (na estação de arrefecimento e média das temperaturas mínimas Inferior a 13°C (na estação de aquecimento).

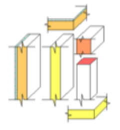
São as soluções com maior área de envidraçado e menor grau de protecção solar junto aos envidraçados (sem palas ou menor largura destas, sem dispositivos de protecção interior ou exterior) principalmente orientadas a Este, Oeste e a Sul; a apresentarem um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de arrefecimento (Verão). Enquanto são as soluções com menor área de envidraçado e maior grau de protecção solar junto aos envidraçados (palas de maior largura, com dispositivos de protecção solar) principalmente orientadas a Norte, Oeste e Este; a apresentarem um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de aquecimento (Inverno).

- Relativamente a maiores dispêndios de energia e desconforto na estação quente (Verão), maior atenção deve ser dada as soluções com áreas de envidraçado superior a 60% da fachada quando apresentam palas inferiores a 0.60m, mas principalmente quando não apresentam o elemento pala horizontal. Foram estas soluções a apresentarem Temp. Med. Max superiores a 30°C.

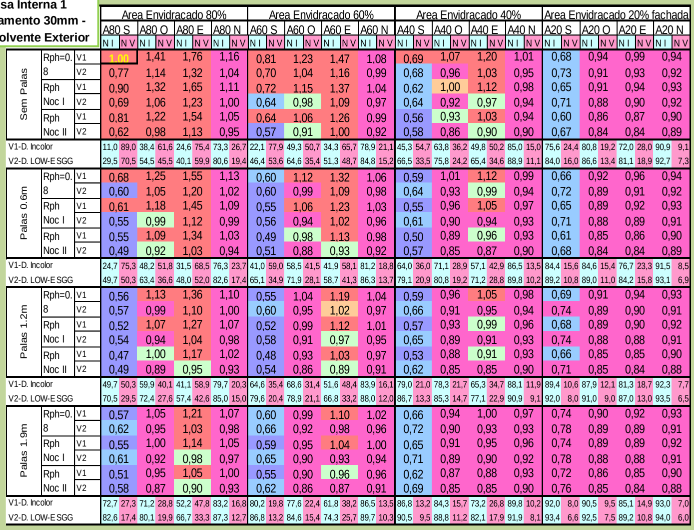
- Relativamente a maiores dispêndios de energia e desconforto na estação fria (Inverno), maior atenção deve ser dada as soluções com áreas de envidraçado inferior a 40% da fachada, principalmente quando apresentam palas superiores a 1,20m. Foram estas soluções a apresentarem Temp. Med. Min inferiores a 13°C.

- As demais soluções com diferentes áreas de envidraçados (de 20% a 80% da fachada envidraçada), que não apresentam maior dispêndio de energia ao longo do ano, podem ser consideradas como um leque de opções; as quais podem corresponder a um comportamento até 85% melhores que a solução de referência. Entretanto podem diferir relativamente a parcela de aquecimento e a parcela de arrefecimento. Por exemplo, duas soluções com mesma área de envidraçado, mesmo percentual de melhora relativamente a solução de referência, não estando em situação crítica: uma pode apresentar maiores necessidades de arrefecimento e outra pode apresentar maiores necessidades de aquecimento. Portanto dentro desta pluralidade o leitor poderá observar diferentes comportamentos entre as soluções. Desta forma percebe-se que dependendo da(s) solução(ões), mesmo não sendo classificada(s) neste trabalho como crítica(s), pode(m) apresentar um comportamento bem diversificado.

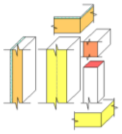
Entretanto também observa-se que ao alterar um simples parâmetro a uma determinada solução pode colocá-la ou tirá-la de uma situação de maior dispêndio de energia e de desconforto. Portanto nas diferentes secções da Matriz (para este modelo em questão – Modelo1 em andar Cobertura) pode-se observar soluções muito semelhantes com um comportamento térmico distinto (as vezes o suficiente para que uma apresente um alto grau de desconforto e a outra não).



Massa Interna 1
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior



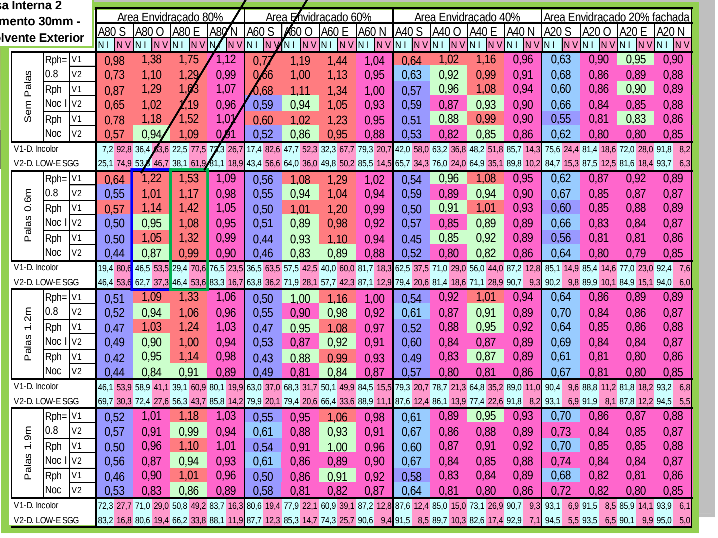
			Area Envidracado 80%				Area Envidracado 60%				Area Envidracado 40%				Area Envidracado 20% fachada			
			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
			NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	1,00	1,41	1,76	1,16	0,81	1,23	1,47	1,08	0,69	1,07	1,20	1,01	0,68	0,94	0,99	0,94
		V2	0,77	1,14	1,32	1,04	0,70	1,04	1,16	0,99	0,68	0,96	1,03	0,95	0,73	0,91	0,93	0,92
	Rph Noc I	V1	0,90	1,32	1,65	1,11	0,72	1,15	1,37	1,04	0,62	1,00	1,12	0,98	0,65	0,91	0,94	0,93
		V2	0,69	1,06	1,23	1,00	0,64	0,98	1,09	0,97	0,64	0,92	0,97	0,94	0,71	0,88	0,90	0,92
	Rph Noc II	V1	0,81	1,22	1,54	1,05	0,64	1,06	1,26	0,99	0,56	0,93	1,03	0,94	0,60	0,86	0,87	0,90
		V2	0,62	0,98	1,13	0,95	0,57	0,91	1,00	0,92	0,58	0,86	0,90	0,90	0,67	0,84	0,84	0,89
V1-D. Incolor			11,0 89,0	38,4 61,6	24,6 75,4	73,3 26,7	22,1 77,9	49,3 50,7	34,3 65,7	78,9 21,1	45,3 54,7	63,8 36,2	49,8 50,2	85,0 15,0	75,6 24,4	80,8 19,2	72,0 28,0	90,9 9,1
V2-D. LOW-E SGG			29,5 70,5	54,5 45,5	40,1 59,9	80,6 19,4	46,4 53,6	64,6 35,4	51,3 48,7	84,8 15,2	66,5 33,5	75,8 24,2	65,4 34,6	88,9 11,1	84,0 16,0	86,6 13,4	81,1 18,9	92,7 7,3
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,68	1,25	1,55	1,13	0,60	1,12	1,32	1,06	0,59	1,01	1,12	0,99	0,66	0,92	0,96	0,94
		V2	0,60	1,05	1,20	1,02	0,60	0,99	1,09	0,98	0,64	0,93	0,99	0,94	0,72	0,89	0,91	0,92
	Rph Noc I	V1	0,61	1,18	1,45	1,09	0,55	1,06	1,23	1,03	0,55	0,96	1,05	0,97	0,65	0,89	0,92	0,93
		V2	0,55	0,99	1,12	0,99	0,56	0,94	1,02	0,96	0,61	0,90	0,94	0,93	0,71	0,88	0,89	0,91
	Rph Noc II	V1	0,55	1,09	1,34	1,03	0,49	0,98	1,13	0,98	0,50	0,89	0,96	0,93	0,61	0,85	0,86	0,90
		V2	0,49	0,92	1,03	0,94	0,51	0,88	0,93	0,92	0,57	0,85	0,87	0,90	0,68	0,84	0,84	0,89
V1-D. Incolor			24,7 75,3	48,2 51,8	31,5 68,5	76,3 23,7	41,0 59,0	58,5 41,5	41,9 58,1	81,2 18,8	64,0 36,0	71,1 28,9	57,1 42,9	86,5 13,5	84,4 15,6	84,6 15,4	76,7 23,3	91,5 8,5
V2-D. LOW-E SGG			49,7 50,3	63,4 36,6	48,0 52,0	82,6 17,4	65,1 34,9	71,9 28,1	58,7 41,3	86,3 13,7	79,1 20,9	80,8 19,2	71,2 28,8	89,8 10,2	89,2 10,8	89,0 11,0	84,2 15,8	93,1 6,9
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,56	1,13	1,36	1,10	0,55	1,04	1,19	1,04	0,59	0,96	1,05	0,98	0,69	0,91	0,94	0,93
		V2	0,57	0,99	1,10	1,00	0,60	0,95	1,02	0,97	0,66	0,91	0,95	0,94	0,74	0,89	0,90	0,91
	Rph Noc I	V1	0,52	1,07	1,27	1,07	0,52	0,99	1,12	1,01	0,57	0,93	0,99	0,96	0,68	0,89	0,90	0,92
		V2	0,54	0,94	1,04	0,98	0,58	0,91	0,97	0,95	0,65	0,89	0,91	0,93	0,74	0,88	0,88	0,91
	Rph Noc II	V1	0,47	1,00	1,17	1,02	0,48	0,93	1,03	0,97	0,53	0,88	0,91	0,93	0,66	0,85	0,85	0,90
		V2	0,49	0,89	0,95	0,93	0,54	0,86	0,89	0,91	0,62	0,85	0,85	0,90	0,71	0,85	0,84	0,88
V1-D. Incolor			49,7 50,3	59,9 40,1	41,1 58,9	79,7 20,3	64,6 35,4	68,6 31,4	51,6 48,4	83,9 16,1	79,0 21,0	78,3 21,7	65,3 34,7	88,1 11,9	89,4 10,6	87,9 12,1	81,3 18,7	92,3 7,7
V2-D. LOW-E SGG			70,5 29,5	72,4 27,6	57,4 42,6	85,0 15,0	79,6 20,4	78,9 21,1	66,8 33,2	88,0 12,0	86,7 13,3	85,3 14,7	77,1 22,9	90,9 9,1	92,0 8,0	91,0 9,0	87,0 13,0	93,5 6,5
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,57	1,05	1,21	1,07	0,60	0,99	1,10	1,02	0,66	0,94	1,00	0,97	0,74	0,90	0,92	0,93
		V2	0,62	0,95	1,03	0,98	0,66	0,92	0,98	0,96	0,72	0,90	0,93	0,93	0,78	0,89	0,89	0,91
	Rph Noc I	V1	0,55	1,00	1,14	1,05	0,59	0,95	1,04	1,00	0,65	0,91	0,95	0,96	0,74	0,89	0,89	0,92
		V2	0,61	0,92	0,98	0,97	0,65	0,90	0,93	0,94	0,71	0,89	0,90	0,92	0,78	0,88	0,88	0,91
	Rph Noc II	V1	0,51	0,95	1,05	1,00	0,55	0,90	0,96	0,96	0,62	0,87	0,88	0,93	0,72	0,86	0,85	0,90
		V2	0,58	0,87	0,90	0,93	0,62	0,86	0,87	0,91	0,69	0,85	0,85	0,90	0,76	0,85	0,84	0,88
V1-D. Incolor			72,7 27,3	71,2 28,8	52,2 47,8	83,2 16,8	80,2 19,8	77,6 22,4	61,8 38,2	86,5 13,5	86,8 13,2	84,3 15,7	73,2 26,8	89,8 10,2	92,0 8,0	90,5 9,5	85,1 14,9	93,0 7,0
V2-D. LOW-E SGG			82,6 17,4	80,1 19,9	66,7 33,3	87,3 12,7	86,8 13,2	84,6 15,4	74,3 25,7	89,7 10,3	90,5 9,5	88,8 11,2	82,1 17,9	91,9 8,1	93,4 6,6	92,5 7,5	89,2 10,8	94,0 6,0



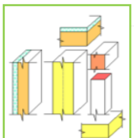
Massa Interna 2
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior

H22+
H12

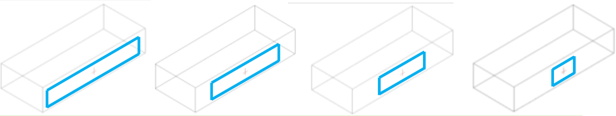
H21+

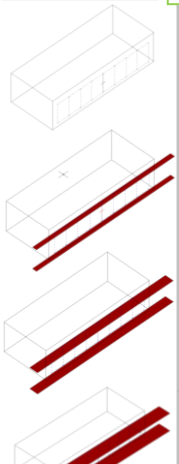


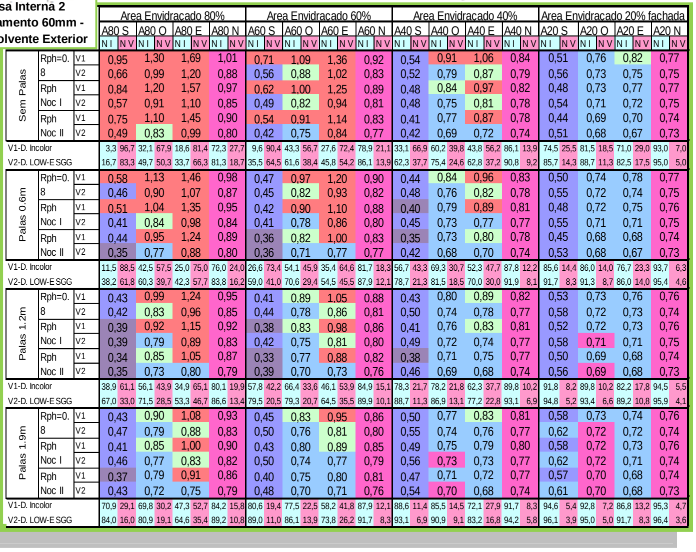
			Area Envidracado 80%				Area Envidracado 60%				Area Envidracado 40%				Area Envidracado 20% fachada			
			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
			NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,98	1,38	1,75	1,12	0,77	1,19	1,44	1,04	0,64	1,02	1,16	0,96	0,63	0,90	0,95	0,90
		V2	0,73	1,10	1,29	0,99	0,66	1,00	1,13	0,95	0,63	0,92	0,99	0,91	0,68	0,86	0,89	0,88
	Rph Noc I	V1	0,87	1,29	1,63	1,07	0,68	1,11	1,34	1,00	0,57	0,96	1,08	0,94	0,60	0,86	0,90	0,89
		V2	0,65	1,02	1,19	0,96	0,59	0,94	1,05	0,93	0,59	0,87	0,93	0,90	0,66	0,84	0,85	0,88
	Rph Noc	V1	0,78	1,18	1,52	1,01	0,60	1,02	1,23	0,95	0,51	0,88	0,99	0,90	0,55	0,81	0,83	0,86
		V2	0,57	0,94	1,09	0,91	0,52	0,86	0,95	0,88	0,53	0,82	0,85	0,86	0,62	0,80	0,80	0,85
V1-D. Incolor			7,2 92,8	36,4 63,6	22,5 77,5	73,3 26,7	17,4 82,6	47,7 52,3	32,3 67,7	79,3 20,7	42,0 58,0	63,2 36,8	48,2 51,8	85,7 14,3	75,6 24,4	81,4 18,6	72,0 28,0	91,8 8,2
V2-D. LOW-E SGG			25,1 74,9	53,3 46,7	38,1 61,9	81,1 18,9	43,4 56,6	64,0 36,0	49,8 50,2	85,5 14,5	65,7 34,3	76,0 24,0	64,9 35,1	89,8 10,2	84,7 15,3	87,5 12,5	81,6 18,4	93,7 6,3
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,64	1,22	1,53	1,09	0,56	1,08	1,29	1,02	0,54	0,96	1,08	0,95	0,62	0,87	0,92	0,89
		V2	0,55	1,01	1,17	0,98	0,55	0,94	1,04	0,94	0,59	0,89	0,94	0,90	0,67	0,85	0,87	0,87
	Rph Noc I	V1	0,57	1,14	1,42	1,05	0,50	1,01	1,20	0,99	0,50	0,91	1,01	0,93	0,60	0,85	0,88	0,89
		V2	0,50	0,95	1,08	0,95	0,51	0,89	0,98	0,92	0,57	0,85	0,89	0,89	0,66	0,83	0,84	0,87
	Rph Noc	V1	0,50	1,05	1,32	0,99	0,44	0,93	1,10	0,94	0,45	0,85	0,92	0,89	0,56	0,81	0,81	0,86
		V2	0,44	0,87	0,99	0,90	0,46	0,83	0,89	0,88	0,52	0,80	0,82	0,86	0,64	0,80	0,79	0,85
V1-D. Incolor			19,4 80,6	46,5 53,5	29,4 70,6	76,5 23,5	36,5 63,5	57,5 42,5	40,0 60,0	81,7 18,3	62,5 37,5	71,0 29,0	56,0 44,0	87,2 12,8	85,1 14,9	85,4 14,6	77,0 23,0	92,4 7,6
V2-D. LOW-E SGG			46,4 53,6	62,7 37,3	46,4 53,6	83,3 16,7	63,8 36,2	71,9 28,1	57,7 42,3	87,1 12,9	79,4 20,6	81,4 18,6	71,1 28,9	90,7 9,3	90,2 9,8	89,9 10,1	84,9 15,1	94,0 6,0
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,51	1,09	1,33	1,06	0,50	1,00	1,16	1,00	0,54	0,92	1,01	0,94	0,64	0,86	0,89	0,89
		V2	0,52	0,94	1,06	0,96	0,55	0,90	0,98	0,92	0,61	0,87	0,91	0,89	0,70	0,84	0,86	0,87
	Rph Noc I	V1	0,47	1,03	1,24	1,03	0,47	0,95	1,08	0,97	0,52	0,88	0,95	0,92	0,64	0,85	0,86	0,88
		V2	0,49	0,90	1,00	0,94	0,53	0,87	0,92	0,91	0,60	0,84	0,87	0,89	0,69	0,84	0,84	0,87
	Rph Noc	V1	0,42	0,95	1,14	0,98	0,43	0,88	0,99	0,93	0,49	0,83	0,87	0,89	0,61	0,81	0,80	0,86
		V2	0,44	0,84	0,91	0,89	0,49	0,81	0,84	0,87	0,57	0,80	0,81	0,86	0,67	0,81	0,80	0,85
V1-D. Incolor			46,1 53,9	58,9 41,1	39,1 60,9	80,1 19,9	63,0 37,0	68,3 31,7	50,1 49,9	84,5 15,5	79,3 20,7	78,7 21,3	64,8 35,2	89,0 11,0	90,4 9,6	88,8 11,2	81,8 18,2	93,2 6,8
V2-D. LOW-E SGG			69,7 30,3	72,4 27,6	56,3 43,7	85,8 14,2	79,9 20,1	79,4 20,6	66,4 33,6	88,9 11,1	87,6 12,4	86,1 13,9	77,4 22,6	91,8 8,2	93,1 6,9	91,9 8,1	87,8 12,2	94,5 5,5
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,52	1,01	1,18	1,03	0,55	0,95	1,06	0,98	0,61	0,89	0,95	0,93	0,70	0,86	0,87	0,88
		V2	0,57	0,91	0,99	0,94	0,61	0,88	0,93	0,91	0,67	0,86	0,88	0,89	0,73	0,84	0,85	0,87
	Rph Noc I	V1	0,50	0,96	1,10	1,01	0,54	0,91	1,00	0,96	0,60	0,87	0,91	0,92	0,70	0,85	0,85	0,88
		V2	0,56	0,87	0,94	0,93	0,61	0,86	0,89	0,90	0,67	0,84	0,85	0,88	0,74	0,84	0,84	0,87
	Rph Noc	V1	0,46	0,90	1,01	0,96	0,50	0,86	0,91	0,92	0,58	0,83	0,84	0,89	0,68	0,82	0,81	0,86
		V2	0,53	0,83	0,86	0,89	0,58	0,81	0,82	0,87	0,64	0,81	0,80	0,86	0,72	0,82	0,80	0,85
V1-D. Incolor			72,3 27,7	71,0 29,0	50,8 49,2	83,7 16,3	80,6 19,4	77,9 22,1	60,9 39,1	87,2 12,8	87,6 12,4	85,0 15,0	73,1 26,9	90,7 9,3	93,1 6,9	91,5 8,5	85,9 14,1	93,9 6,1
V2-D. LOW-E SGG			83,2 16,8	80,6 19,4	66,2 33,8	88,1 11,9	87,7 12,3	85,3 14,7	74,3 25,7	90,6 9,4	91,5 8,5	89,7 10,3	82,6 17,4	92,9 7,1	94,5 5,5	93,5 6,5	90,1 9,9	95,0 5,0



Massa Interna 2
Isolamento 60mm -
Envolvente Exterior

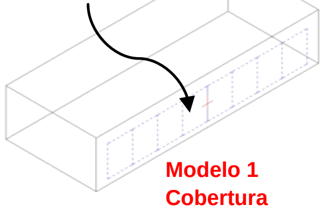






			Area Envidracado 80%				Area Envidracado 60%				Area Envidracado 40%				Area Envidracado 20% fachada			
			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
			NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,95	1,30	1,69	1,01	0,71	1,09	1,36	0,92	0,54	0,91	1,06	0,84	0,51	0,76	0,82	0,77
		V2	0,66	0,99	1,20	0,88	0,56	0,88	1,02	0,83	0,52	0,79	0,87	0,79	0,56	0,73	0,75	0,75
	Rph Noc I	V1	0,84	1,20	1,57	0,97	0,62	1,00	1,25	0,89	0,48	0,84	0,97	0,82	0,48	0,73	0,77	0,77
		V2	0,57	0,91	1,10	0,85	0,49	0,82	0,94	0,81	0,48	0,75	0,81	0,78	0,54	0,71	0,72	0,75
	Rph Noc II	V1	0,75	1,10	1,45	0,90	0,54	0,91	1,14	0,83	0,41	0,77	0,87	0,78	0,44	0,69	0,70	0,74
		V2	0,49	0,83	0,99	0,80	0,42	0,75	0,84	0,77	0,42	0,69	0,72	0,74	0,51	0,68	0,67	0,73
V1-D. Incolor			3,3 96,7	32,1 67,9	18,6 81,4	72,3 27,7	9,6 90,4	43,3 56,7	27,6 72,4	78,9 21,1	33,1 66,9	60,2 39,8	43,8 56,2	86,1 13,9	74,5 25,5	81,5 18,5	71,0 29,0	93,0 7,0
V2-D. LOW-E SGG			16,7 83,3	49,7 50,3	33,7 66,3	81,3 18,7	35,5 64,5	61,6 38,4	45,8 54,2	86,1 13,9	62,3 37,7	75,4 24,6	62,8 37,2	90,8 9,2	85,7 14,3	88,7 11,3	82,5 17,5	95,0 5,0
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,58	1,13	1,46	0,98	0,47	0,97	1,20	0,90	0,44	0,84	0,96	0,83	0,50	0,74	0,78	0,77
		V2	0,46	0,90	1,07	0,87	0,45	0,82	0,93	0,82	0,48	0,76	0,82	0,78	0,55	0,72	0,74	0,75
	Rph Noc I	V1	0,51	1,04	1,35	0,95	0,42	0,90	1,10	0,88	0,40	0,79	0,89	0,81	0,48	0,72	0,75	0,76
		V2	0,41	0,84	0,98	0,84	0,41	0,78	0,86	0,80	0,45	0,73	0,77	0,77	0,55	0,71	0,71	0,75
	Rph Noc II	V1	0,44	0,95	1,24	0,89	0,36	0,82	1,00	0,83	0,35	0,73	0,80	0,78	0,45	0,68	0,68	0,74
		V2	0,35	0,77	0,88	0,80	0,36	0,71	0,77	0,77	0,42	0,68	0,70	0,74	0,53	0,68	0,67	0,73
V1-D. Incolor			11,5 88,5	42,5 57,5	25,0 75,0	76,0 24,0	26,6 73,4	54,1 45,9	35,4 64,6	81,7 18,3	56,7 43,3	69,3 30,7	52,3 47,7	87,8 12,2	85,6 14,4	86,0 14,0	76,7 23,3	93,7 6,3
V2-D. LOW-E SGG			38,2 61,8	60,3 39,7	42,3 57,7	83,8 16,2	59,0 41,0	70,6 29,4	54,5 45,5	87,9 12,1	78,7 21,3	81,5 18,5	70,0 30,0	91,9 8,1	91,7 8,3	91,3 8,7	86,0 14,0	95,4 4,6
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,43	0,99	1,24	0,95	0,41	0,89	1,05	0,88	0,43	0,80	0,89	0,82	0,53	0,73	0,76	0,76
		V2	0,42	0,83	0,96	0,85	0,44	0,78	0,86	0,81	0,50	0,74	0,78	0,77	0,58	0,72	0,73	0,74
	Rph Noc I	V1	0,39	0,92	1,15	0,92	0,38	0,83	0,98	0,86	0,41	0,76	0,83	0,81	0,52	0,72	0,73	0,76
		V2	0,39	0,79	0,89	0,83	0,42	0,75	0,81	0,80	0,49	0,72	0,74	0,77	0,58	0,71	0,71	0,75
	Rph Noc II	V1	0,34	0,85	1,05	0,87	0,33	0,77	0,88	0,82	0,38	0,71	0,75	0,77	0,50	0,69	0,68	0,74
		V2	0,35	0,73	0,80	0,79	0,39	0,70	0,73	0,76	0,46	0,69	0,68	0,74	0,56	0,69	0,68	0,73
V1-D. Incolor			38,9 61,1	56,1 43,9	34,9 65,1	80,1 19,9	57,8 42,2	66,4 33,6	46,1 53,9	84,9 15,1	78,3 21,7	78,2 21,8	62,3 37,7	89,8 10,2	91,8 8,2	89,8 10,2	82,2 17,8	94,5 5,5
V2-D. LOW-E SGG			67,0 33,0	71,5 28,5	53,3 46,7	86,6 13,4	79,5 20,5	79,3 20,7	64,5 35,5	89,9 10,1	88,7 11,3	86,9 13,1	77,2 22,8	93,1 6,9	94,8 5,2	93,4 6,6	89,2 10,8	95,9 4,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,43	0,90	1,08	0,93	0,45	0,83	0,95	0,86	0,50	0,77	0,83	0,81	0,58	0,73	0,74	0,76
		V2	0,47	0,79	0,88	0,83	0,50	0,76	0,81	0,80	0,55	0,74	0,76	0,77	0,62	0,72	0,72	0,74
	Rph Noc I	V1	0,41	0,85	1,00	0,90	0,43	0,80	0,89	0,85	0,49	0,75	0,79	0,80	0,58	0,72	0,73	0,76
		V2	0,46	0,77	0,83	0,82	0,50	0,74	0,77	0,79	0,56	0,73	0,73	0,77	0,62	0,72	0,71	0,74
	Rph Noc II	V1	0,37	0,79	0,91	0,86	0,40	0,75	0,80	0,81	0,47	0,71	0,72	0,77	0,57	0,70	0,68	0,74
		V2	0,43	0,72	0,75	0,79	0,48	0,70	0,71	0,76	0,54	0,70	0,68	0,74	0,61	0,70	0,68	0,73
V1-D. Incolor			70,9 29,1	69,8 30,2	47,3 52,7	84,2 15,8	80,6 19,4	77,5 22,5	58,2 41,8	87,9 12,1	88,6 11,4	85,5 14,5	72,1 27,9	91,7 8,3	94,6 5,4	92,8 7,2	86,8 13,2	95,3 4,7
V2-D. LOW-E SGG			84,0 16,0	80,9 19,1	64,6 35,4	89,2 10,8	89,0 11,0	86,1 13,9	73,8 26,2	91,7 8,3	93,1 6,9	90,9 9,1	83,2 16,8	94,2 5,8	96,1 3,9	95,0 5,0	91,7 8,3	96,4 3,6

Soluções Sem Dispositivo
de Protecção Solar



Modelo 1
Cobertura

Legenda

- Temp. Med Min. Inferior a 13°C
- Temp. Med Max. superior a 30°C

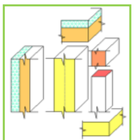
superior a 1

1

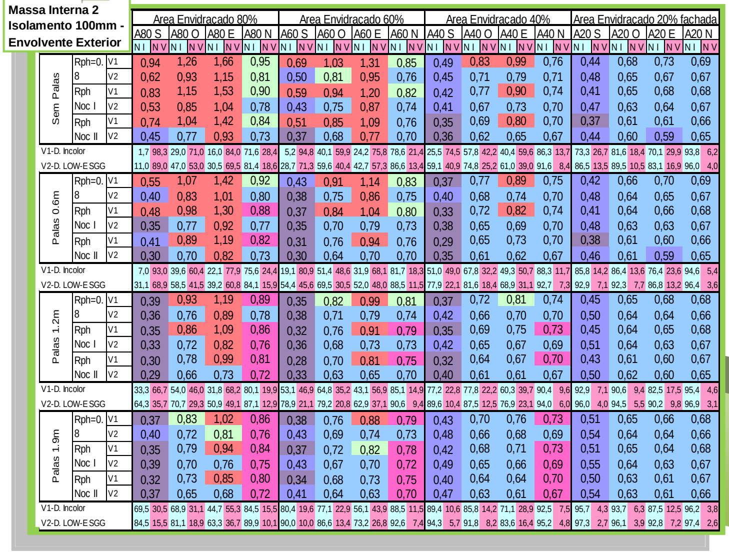
inferior a 1

- entre 0.8 e 1
- entre 0.6 e 0.8
- entre 0.4 e 0.6
- entre 0.2 e 0.4
- entre 0.0 e 0.2

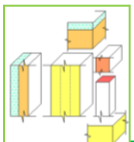
1= 7233,92 ' kWh
Solução de Referência



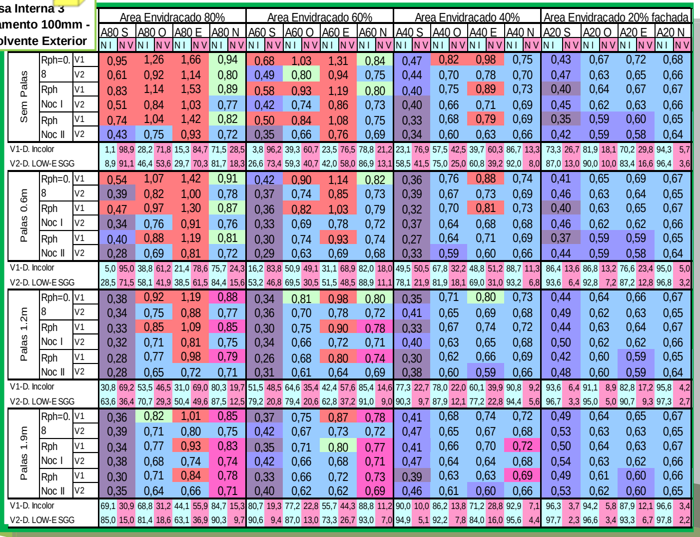
Massa Interna 2
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidracado 80%				Area Envidracado 60%				Area Envidracado 40%				Area Envidracado 20% fachada			
			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
			NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,94	1,26	1,66	0,95	0,69	1,03	1,31	0,85	0,49	0,83	0,99	0,76	0,44	0,68	0,73	0,69
		V2	0,62	0,93	1,15	0,81	0,50	0,81	0,95	0,76	0,45	0,71	0,79	0,71	0,48	0,65	0,67	0,67
	Rph Noc I	V1	0,83	1,15	1,53	0,90	0,59	0,94	1,20	0,82	0,42	0,77	0,90	0,74	0,41	0,65	0,68	0,68
		V2	0,53	0,85	1,04	0,78	0,43	0,75	0,87	0,74	0,41	0,67	0,73	0,70	0,47	0,63	0,64	0,67
	Rph Noc II	V1	0,74	1,04	1,42	0,84	0,51	0,85	1,09	0,76	0,35	0,69	0,80	0,70	0,37	0,61	0,61	0,66
		V2	0,45	0,77	0,93	0,73	0,37	0,68	0,77	0,70	0,36	0,62	0,65	0,67	0,44	0,60	0,59	0,65
V1-D. Incolor			1,7 98,3	29,0 71,0	16,0 84,0	71,6 28,4	5,2 94,8	40,1 59,9	24,2 75,8	78,6 21,4	25,5 74,5	57,8 42,2	40,4 59,6	86,3 13,7	73,3 26,7	81,6 18,4	70,1 29,9	93,8 6,2
V2-D. LOW-E SGG			11,0 89,0	47,0 53,0	30,5 69,5	81,4 18,6	28,7 71,3	59,6 40,4	42,7 57,3	86,6 13,4	59,1 40,9	74,8 25,2	61,0 39,0	91,6 8,4	86,5 13,5	89,5 10,5	83,1 16,9	96,0 4,0
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,55	1,07	1,42	0,92	0,43	0,91	1,14	0,83	0,37	0,77	0,89	0,75	0,42	0,66	0,70	0,69
		V2	0,40	0,83	1,01	0,80	0,38	0,75	0,86	0,75	0,40	0,68	0,74	0,70	0,48	0,64	0,65	0,67
	Rph Noc I	V1	0,48	0,98	1,30	0,88	0,37	0,84	1,04	0,80	0,33	0,72	0,82	0,74	0,41	0,64	0,66	0,68
		V2	0,35	0,77	0,92	0,77	0,35	0,70	0,79	0,73	0,38	0,65	0,69	0,70	0,48	0,63	0,63	0,67
	Rph Noc II	V1	0,41	0,89	1,19	0,82	0,31	0,76	0,94	0,76	0,29	0,65	0,73	0,70	0,38	0,61	0,60	0,66
		V2	0,30	0,70	0,82	0,73	0,30	0,64	0,70	0,70	0,35	0,61	0,62	0,67	0,46	0,61	0,59	0,65
V1-D. Incolor			7,0 93,0	39,6 60,4	22,1 77,9	75,6 24,4	19,1 80,9	51,4 48,6	31,9 68,1	81,7 18,3	51,0 49,0	67,8 32,2	49,3 50,7	88,3 11,7	85,8 14,2	86,4 13,6	76,4 23,6	94,6 5,4
V2-D. LOW-E SGG			31,1 68,9	58,5 41,5	39,2 60,8	84,1 15,9	54,4 45,6	69,5 30,5	52,0 48,0	88,5 11,5	77,9 22,1	81,6 18,4	68,9 31,1	92,7 7,3	92,9 7,1	92,3 7,7	86,8 13,2	96,4 3,6
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,39	0,93	1,19	0,89	0,35	0,82	0,99	0,81	0,37	0,72	0,81	0,74	0,45	0,65	0,68	0,68
		V2	0,36	0,76	0,89	0,78	0,38	0,71	0,79	0,74	0,42	0,66	0,70	0,70	0,50	0,64	0,64	0,66
	Rph Noc I	V1	0,35	0,86	1,09	0,86	0,32	0,76	0,91	0,79	0,35	0,69	0,75	0,73	0,45	0,64	0,65	0,68
		V2	0,33	0,72	0,82	0,76	0,36	0,68	0,73	0,73	0,42	0,65	0,67	0,69	0,51	0,64	0,63	0,67
	Rph Noc II	V1	0,30	0,78	0,99	0,81	0,28	0,70	0,81	0,75	0,32	0,64	0,67	0,70	0,43	0,61	0,60	0,67
		V2	0,29	0,66	0,73	0,72	0,33	0,63	0,65	0,70	0,40	0,61	0,61	0,67	0,50	0,62	0,60	0,65
V1-D. Incolor			33,3 66,7	54,0 46,0	31,8 68,2	80,1 19,9	53,1 46,9	64,8 35,2	43,1 56,9	85,1 14,9	77,2 22,8	77,8 22,2	60,3 39,7	90,4 9,6	92,9 7,1	90,6 9,4	82,5 17,5	95,4 4,6
V2-D. LOW-E SGG			64,3 35,7	70,7 29,3	50,9 49,1	87,1 12,9	78,9 21,1	79,2 20,8	62,9 37,1	90,6 9,4	89,6 10,4	87,5 12,5	76,9 23,1	94,0 6,0	96,0 4,0	94,5 5,5	90,2 9,8	96,9 3,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,37	0,83	1,02	0,86	0,38	0,76	0,88	0,79	0,43	0,70	0,76	0,73	0,51	0,65	0,66	0,68
		V2	0,40	0,72	0,81	0,76	0,43	0,69	0,74	0,73	0,48	0,66	0,68	0,69	0,54	0,64	0,64	0,66
	Rph Noc I	V1	0,35	0,79	0,94	0,84	0,37	0,72	0,82	0,78	0,42	0,68	0,71	0,73	0,51	0,65	0,64	0,68
		V2	0,39	0,70	0,76	0,75	0,43	0,67	0,70	0,72	0,49	0,65	0,66	0,69	0,55	0,64	0,63	0,67
	Rph Noc II	V1	0,32	0,73	0,85	0,80	0,34	0,68	0,73	0,75	0,40	0,64	0,64	0,70	0,50	0,63	0,61	0,67
		V2	0,37	0,65	0,68	0,72	0,41	0,64	0,63	0,70	0,47	0,63	0,61	0,67	0,54	0,63	0,61	0,66
V1-D. Incolor			69,5 30,5	68,9 31,1	44,7 55,3	84,5 15,5	80,4 19,6	77,1 22,9	56,1 43,9	88,5 11,5	89,4 10,6	85,8 14,2	71,1 28,9	92,5 7,5	95,7 4,3	93,7 6,3	87,5 12,5	96,2 3,8
V2-D. LOW-E SGG			84,5 15,5	81,1 18,9	63,3 36,7	89,9 10,1	90,0 10,0	86,6 13,4	73,2 26,8	92,6 7,4	94,3 5,7	91,8 8,2	83,6 16,4	95,2 4,8	97,3 2,7	96,1 3,9	92,8 7,2	97,4 2,6



Massa Interna 3
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidracado 80%				Area Envidracado 60%				Area Envidracado 40%				Area Envidracado 20% fachada			
			A80 S	A80 O	A80 E	A80 N	A60 S	A60 O	A60 E	A60 N	A40 S	A40 O	A40 E	A40 N	A20 S	A20 O	A20 E	A20 N
			NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV	NI NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,95	1,26	1,66	0,94	0,68	1,03	1,31	0,84	0,47	0,82	0,98	0,75	0,43	0,67	0,72	0,68
		V2	0,61	0,92	1,14	0,80	0,49	0,80	0,94	0,75	0,44	0,70	0,78	0,70	0,47	0,63	0,65	0,66
	Rph Noc I	V1	0,83	1,14	1,53	0,89	0,58	0,93	1,19	0,80	0,40	0,75	0,89	0,73	0,40	0,64	0,67	0,67
		V2	0,51	0,84	1,03	0,77	0,42	0,74	0,86	0,73	0,40	0,66	0,71	0,69	0,45	0,62	0,63	0,66
	Rph Noc II	V1	0,74	1,04	1,42	0,82	0,50	0,84	1,08	0,75	0,33	0,68	0,79	0,69	0,35	0,59	0,60	0,65
		V2	0,43	0,75	0,93	0,72	0,35	0,66	0,76	0,69	0,34	0,60	0,63	0,66	0,42	0,59	0,58	0,64
V1-D. Incolor			1,1 98,9	28,2 71,8	15,3 84,7	71,5 28,5	3,8 96,2	39,3 60,7	23,5 76,5	78,8 21,2	23,1 76,9	57,5 42,5	39,7 60,3	86,7 13,3	73,3 26,7	81,9 18,1	70,2 29,8	94,3 5,7
V2-D. LOW-E SGG			8,9 91,1	46,4 53,6	29,7 70,3	81,7 18,3	26,6 73,4	59,3 40,7	42,0 58,0	86,9 13,1	58,5 41,5	75,0 25,0	60,8 39,2	92,0 8,0	87,0 13,0	90,0 10,0	83,4 16,6	96,4 3,6
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,54	1,07	1,42	0,91	0,42	0,90	1,14	0,82	0,36	0,76	0,88	0,74	0,41	0,65	0,69	0,67
		V2	0,39	0,82	1,00	0,78	0,37	0,74	0,85	0,73	0,39	0,67	0,73	0,69	0,46	0,63	0,64	0,65
	Rph Noc I	V1	0,47	0,97	1,30	0,87	0,36	0,82	1,03	0,79	0,32	0,70	0,81	0,73	0,40	0,63	0,65	0,67
		V2	0,34	0,76	0,91	0,76	0,33	0,69	0,78	0,72	0,37	0,64	0,68	0,68	0,46	0,62	0,62	0,66
	Rph Noc II	V1	0,40	0,88	1,19	0,81	0,30	0,74	0,93	0,74	0,27	0,64	0,71	0,69	0,37	0,59	0,59	0,65
		V2	0,28	0,69	0,81	0,72	0,29	0,63	0,69	0,68	0,33	0,59	0,60	0,66	0,44	0,59	0,58	0,64
V1-D. Incolor			5,0 95,0	38,8 61,2	21,4 78,6	75,7 24,3	16,2 83,8	50,9 49,1	31,1 68,9	82,0 18,0	49,5 50,5	67,8 32,2	48,8 51,2	88,7 11,3	86,4 13,6	86,8 13,2	76,6 23,4	95,0 5,0
V2-D. LOW-E SGG			28,5 71,5	58,1 41,9	38,5 61,5	84,4 15,6	53,2 46,8	69,5 30,5	51,5 48,5	88,9 11,1	78,1 21,9	81,9 18,1	69,0 31,0	93,2 6,8	93,6 6,4	92,8 7,2	87,2 12,8	96,8 3,2
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,38	0,92	1,19	0,88	0,34	0,81	0,98	0,80	0,35	0,71	0,80	0,73	0,44	0,64	0,66	0,67
		V2	0,34	0,75	0,88	0,77	0,36	0,70	0,78	0,72	0,41	0,65	0,69	0,68	0,49	0,62	0,63	0,65
	Rph Noc I	V1	0,33	0,85	1,09	0,85	0,30	0,75	0,90	0,78	0,33	0,67	0,74	0,72	0,44	0,63	0,64	0,67
		V2	0,32	0,71	0,81	0,75	0,34	0,66	0,72	0,71	0,40	0,63	0,65	0,68	0,50	0,62	0,62	0,66
	Rph Noc II	V1	0,28	0,77	0,98	0,79	0,26	0,68	0,80	0,74	0,30	0,62	0,66	0,69	0,42	0,60	0,59	0,65
		V2	0,28	0,65	0,72	0,71	0,31	0,61	0,64	0,69	0,38	0,60	0,59	0,66	0,48	0,60	0,59	0,64
V1-D. Incolor			30,8 69,2	53,5 46,5	31,0 69,0	80,3 19,7	51,5 48,5	64,6 35,4	42,4 57,6	85,4 14,6	77,3 22,7	78,0 22,0	60,1 39,9	90,8 9,2	93,6 6,4	91,1 8,9	82,8 17,2	95,8 4,2
V2-D. LOW-E SGG			63,6 36,4	70,7 29,3	50,4 49,6	87,5 12,5	79,2 20,8	79,4 20,6	62,8 37,2	91,0 9,0	90,3 9,7	87,9 12,1	77,2 22,8	94,4 5,6	96,7 3,3	95,0 5,0	90,7 9,3	97,3 2,7
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,36	0,82	1,01	0,85	0,37	0,75	0,87	0,78	0,41	0,68	0,74	0,72	0,49	0,64	0,65	0,67
		V2	0,39	0,71	0,80	0,75	0,42	0,67	0,73	0,72	0,47	0,65	0,67	0,68	0,53	0,63	0,63	0,65
	Rph Noc I	V1	0,34	0,77	0,93	0,83	0,35	0,71	0,80	0,77	0,41	0,66	0,70	0,72	0,50	0,64	0,63	0,67
		V2	0,38	0,68	0,74	0,74	0,42	0,66	0,68	0,71	0,47	0,64	0,64	0,68	0,54	0,63	0,62	0,66
	Rph Noc II	V1	0,30	0,71	0,84	0,78	0,33	0,66	0,72	0,73	0,39	0,63	0,63	0,69	0,49	0,61	0,60	0,66
		V2	0,35	0,64	0,66	0,71	0,40	0,62	0,62	0,69	0,46	0,61	0,60	0,66	0,53	0,62	0,60	0,65
V1-D. Incolor			69,1 30,9	68,8 31,2	44,1 55,9	84,7 15,3	80,7 19,3	77,2 22,8	55,7 44,3	88,8 11,2	90,0 10,0	86,2 13,8	71,2 28,8	92,9 7,1	96,3 3,7	94,2 5,8	87,9 12,1	96,6 3,4
V2-D. LOW-E SGG			85,0 15,0	81,4 18,6	63,1 36,9	90,3 9,7	90,6 9,4	87,0 13,0	73,3 26,7	93,0 7,0	94,9 5,1	92,2 7,8	84,0 16,0	95,6 4,4	97,7 2,3	96,6 3,4	93,3 6,7	97,8 2,2

4.3.3.1 Soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado

- E linhas gerais, foi possível identificar dois conjuntos de soluções com base nos resultados observados (dois conjuntos de soluções presentes nas secções da Matriz sem qualquer tipo de protecção junto ao envidraçado):
A-) Soluções com massa equivalente I e II associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.

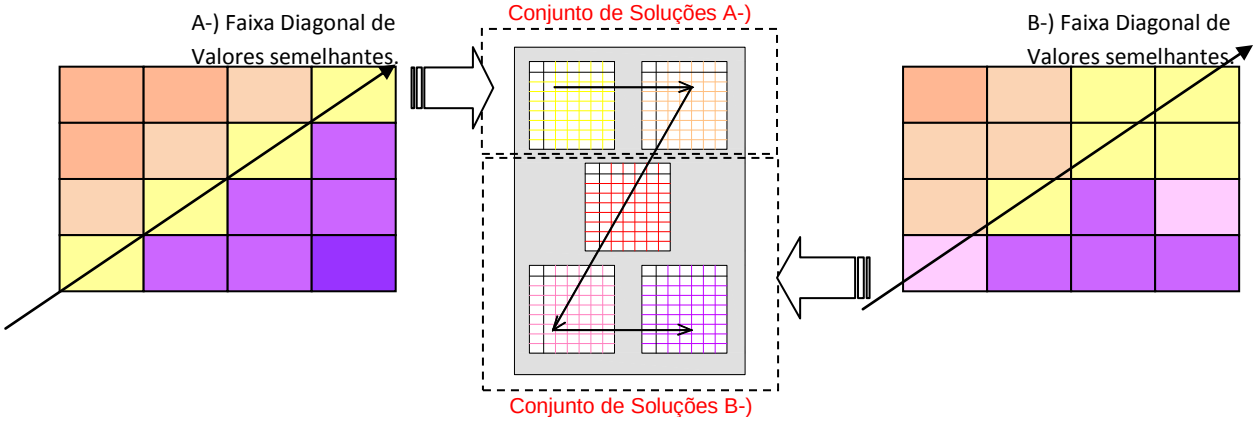
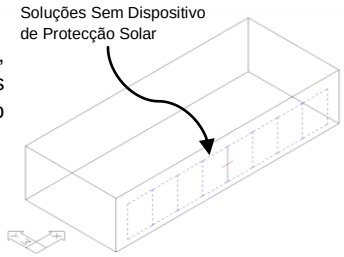
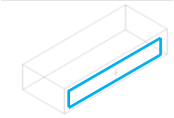


Figura 4.66: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Cobertura, soluções sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado.



4.3.3.1.1 Soluções a Sul:



Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Sul Sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): mesmo parte das soluções apresentando valores inferiores a 1.00 (valores entre 1.00 e 0.45), soluções até 55% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), estas possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 70%-95% das necessidades totais anuais com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia nesta estação quente; bem como apresentam Temp Med Max acima de 30°C (indicando maior desconforto - limite de referência adoptado neste estudo). Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior a solução de referência, mas em termos de temperatura estas soluções tendem a apresentar maior desconforto na Estação Quente.

- Orientação Sul com Palas de 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): somente as soluções com vidro duplo incolor com taxas de ventilação expressas na Matriz de Rph=0,8 e de Rph NocI, apresentam valores de Necessidades de Arrefecimento que apontam para maiores dispêndios de energia (correspondem a 50%-95% das necessidades totais anuais) e um maior desconforto na estação quente (média das temperaturas máximas diárias acima de 30°C). Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções 30% a 60% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão), mas em termos de temperatura estas soluções tendem a proporcionar maior desconforto na Estação Quente.

- Orientação Sul com Palas de 1.20m e com palas de 1,90m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 45% a 70% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações, isto segundo as condições de referência estabelecidas para este estudo. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre

30%-70% das necessidades totais anuais (quando com palas de 1.20m) e entre 15%-30% (quando com palas de 1.90m).

<u>Soluções com 60% da fachada envidraçada</u>

- Orientação Sul Sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): somente as soluções com vidro duplo incolor associadas aos diferentes tipos de taxas de ventilação (Rph) propostos na Matriz, bem como as soluções com vidro especial associado a taxa de ventilação de Rph=0.8 ao longo do ano; mesmo estes tendo apresentado valores em termos gerais de 20% a 50% melhores com relação a solução de referência, estas soluções apresentam valores de Necessidades de Arrefecimento que apontam para maiores dispêndios de energia) e um maior desconforto na estação quente (média das temperaturas máximas diárias acima de 30°C). Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior a solução de referência, mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionarem conforto na Estação Quente. Para estas soluções a parcela do consumo de energia referente a arrefecimento é cerca de 55%-95% do total anual. As soluções com vidro incolor apresentam-se 20% a 50% melhores que a solução de referência; enquanto as soluções com vidro duplo especial apresentam-se 30% a 65% melhores que as soluções de referência.

- Orientação Sul com Palas de 0.60m a palas de 1,90m de largura (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 40% a 70% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 35%-80% das necessidades totais anuais (quando com palas de 0.60m) entre 20%-50% (quando com palas de 1.20m) e entre 10%-20% (quando com palas de 1.90m).

<u>Soluções com 40% da fachada envidraçada</u>

- Para as soluções orientadas a Sul com 40% da fachada envidraçada verifica-se resultados cerca de 30% a 70% melhores que a solução de referência. Estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de parâmetros da Matriz adoptados), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 35%-75% das necessidades totais anuais (quando sem palas de 0.60m) entre 20%-50% (quando com palas de 0.60) entre 10%-45% (quando com palas de 1.20m) e entre 10%-20% (quando com palas de 1.90m).

- Para as soluções com palas superiores a 0,60m de largura, a parcela referente as necessidades de aquecimento tende a ser superior a parcela de arrefecimento, de forma que ao adoptar soluções semelhantes a estas com palas superiores a 1.20m verifica-se parcelas referentes as necessidades de aquecimento superiores a 80% das necessidades totais anuais.

<u>Soluções com 20% da fachada envidraçada</u>

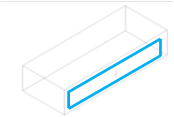
- Verifica-se tendência a um maior dispêndio de energia com relação as necessidades de aquecimento (Inverno), bem como média das temperaturas mínimas inferiores a 13°C principalmente para as soluções semelhantes a estas com palas superiores a 1.20m associados a: massa equivalente a M1 e M2 com grau de isolamento de 30mm. A parcela correspondente as necessidades de aquecimento para estas soluções corresponde a mais de 90% das necessidades totais anuais.

- Para as demais soluções com M1 e M2 e 30mm de isolamento verifica-se (quando com palas inferiores a 1.20m) tendência a não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), sendo estas 30%-55% melhores que a solução de referência

- Para as soluções orientadas a Sul com 20% da fachada envidraçada, seja com M2, M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento: verifica-se resultados cerca de 40% a 65% melhores que a solução de referência. Estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de parâmetros da Matriz adoptados), portanto não apresentando situações críticas (segundo as condições de referência estabelecidas para este estudo) relativamente aos consumos e

temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento até 25% das necessidades totais anuais; portanto a maior parcela destina-se as necessidades de aquecimento (maior preocupação tende a ser a estação de Inverno para estas soluções).

4.3.3.1.2 Soluções a Oeste: 



Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Oeste Sem palas ou com palas de até 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): mesmo parte das soluções apresentando valores inferiores a 1.00 (valores entre 1.00 e 0.70), soluções até 30% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), estas possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 40%-70% das necessidades totais anuais com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia nesta estação quente; bem como Temp Med Max acima de 30°C (maior desconforto - acima do limite de referência adoptado neste estudo). Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior a solução de referência, mas em termos de temperatura estas soluções tendem a apresentar maior desconforto na Estação Quente (maior preocupação com as questões na estação quente Verão).

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar as unidades habitacionais existentes no parque edificado de Lisboa, denominadas neste estudo como H12 ou Hab12 e H22 ou Hab22, entretanto estas unidades apresentam parte dos seus envidraçados com dispositivos de protecção (Apêndice I.2 do Anexo 4.1).

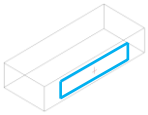
- Orientação Oeste com palas superiores a 1.20m (com M1 e 30mm de isolamento): mesmo parte das soluções apresentando valores entre 1.00 e 0.85, soluções até 15% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), estas possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 60%-80% das necessidades totais anuais (tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia); bem como Temp Med Min inferior a de 13°C, ou seja em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionar conforto na Estação de aquecimento (maior preocupação com as questões de Inverno). Portanto, para soluções a Oeste com massa térmica equivalente a M1 associado a um grau de isolamento de 30mm e sem qualquer dispositivo de protecção junto ao envidraçado, quando com palas inferiores a 0.60m tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação quente (Temp. Med Max superior a 30°C), enquanto ao estar associado a palas de dimensões superiores a 1.20m tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação Fria (Temp. Med. Min. Inferior a 13°C).

- Orientação Oeste com palas superiores a 1.20m (com M2 e 30mm de isolamento): quando com palas de 1.20m tendem a não apresentar maior dispêndio de energia tanto na estação quente como na estação fria, isto principalmente quando associado a vidro duplo especial (V2), ou seja tendem a não apresentar Temp. Med. Max. superior a 30°C e Temp. Med. Min. inferior a 13°C. Entretanto quando com palas de 1.90m mesmo parte das soluções apresentando valores inferiores a 1.00 (valores entre 1.00 e 0.80) com relação a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 80%-90% das necessidades totais anuais (tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia na estação fria); bem como Temp Med Min inferior a de 13°C, ou seja em termos de temperatura estas soluções tendem a apresentar maior desconforto na Estação Fria (maior preocupação com as questões de Inverno). Portanto, para soluções a Oeste com massa térmica equivalente a M2 associado a um grau de isolamento de 30mm e sem qualquer dispositivo de protecção junto ao envidraçado, quando com palas de 1.20m tendem a apresentar resultados dentro das condições de referência assumidas para este trabalho, entretanto quando com palas de 1.90m tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação Fria .

- Orientação Oeste com Palas superiores a 1.20m (M2 e M3 com 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados até 35% melhores que a solução de referência. Já estas soluções tendem a não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas (condições limites estabelecidas para este estudo) relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem

valores de Necessidades de Aquecimento entre 50%-70% das necessidades totais anuais (quando com palas de 1.20m) e entre 70%-80% (quando com palas de 1.90m).

Obs: Maior cuidado deve-se ter com soluções semelhantes a estas, pois verificou-se que boa parte destas soluções da matriz tendem a apresentar maior grande dispêndio de energia e maior desconforto, ora em uma estação do ano e ora em outra; dependendo por vezes somente da alteração de um parâmetro para verificar a transição de uma situação para outra – maior dispêndio no Verão ou no Inverno. Portanto soluções a Oeste com envidraçados superiores a 80% da fachada, deve-se efectuar estudos mais precisos para averiguar as condições interiores, pode-se obter soluções que não apresentem maior dispêndio de energia como se pode obter soluções com maior dispêndio de energia na estação quente ou na estação fria.

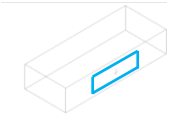


Soluções com 60% da fachada envidraçada

- Orientação Oeste com M1 e M2 com 30mm de isolamento: as soluções desprovidas de palas horizontais ou com palas de dimensões inferiores a 0.60m tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação quente (principalmente quando associadas a vidro duplo incolor V1), apresentando Temp. Med. Max superior a 30°C. Entretanto, quando associadas a palas de dimensões superiores a 1.20m (principalmente quando com vidro duplo especiais) tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação fria apresentando temperaturas Méd Min. inferiores a 13°C, possuem valores de Necessidades de aquecimento entre 70%-85% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente Fria).

- Orientação Oeste com massa equivalente a M2 e M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento na envolvente exterior: as soluções desprovidas de palas horizontais ou com palas de até 0.60m quando associadas a vidro duplo incolor (V1) tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação quente, apresentando de modo geral Temp. Med. Max superior 30°C. Entretanto, quando associadas a palas de dimensões superiores a 1.20m (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz) estas soluções não tendem a proporcionar maior dispêndio de energia em ambas as estações (Verão e Inverno); não apresentando Temp. Med Max superior a 30°C e Temp. Med. Min. Inferior a 13°C; sendo soluções 20% a 40% melhores que as soluções de referência.

Portanto para soluções semelhantes ao Modelo1 orientado a Oeste com 60% da face exposta envidraçada (em andar cobertura), mais interessante adoptar soluções com massa térmica equivalente a M2 e M3 associadas a graus de isolamento superior a 60mm.



Soluções com 40% da fachada envidraçada

- Orientação Oeste com M1 e com 30mmde isolamento: as soluções desprovidas de palas horizontais quando associadas a vidro duplo incolor tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação quente, apresentando Temp. Med. Max superior a 30°C; entretanto quando associadas a vidro duplo especiais tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação fria apresentando temperaturas Méd Min. inferiores a 13°C. Quando com palas superiores a 0.60m tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação fria (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz), possuem valores de Necessidades de aquecimento entre 70%-90% das necessidades totais anuais (tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia); bem como Temp Med Min inferior a 13°C (maior preocupação com as questões na estação quente Fria).

- Orientação Oeste com M2 e com 30mmde isolamento: as soluções desprovidas de palas horizontais ou com palas de até 0.60m quando associadas a vidro duplo incolor tendem a não proporcionar maior dispêndio de energia em ambas estações, não apresentando de modo geral Temp. Med. Max superior 30°C e Temp. Med. Min. Inferior a 13°C. Entretanto, quando associadas a palas de dimensões superiores a 1.20m (tanto com Vidro duplo incolor V1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz) estas soluções tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação fria apresentando temperaturas Méd Min. inferiores a 13°C.

- Orientação Oeste com massa equivalente a M2 e M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento na envolvente exterior: apresentam resultados entre 10% e 40% melhores que a solução de referência, sendo que estas soluções tendem a não apresentar valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), decorrendo isto principalmente para aquelas que apresentam palas entre 0.60m e 1.20m; portanto não apresentando situações críticas relativamente as necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento, bem como não apresentando

um maior desconforto em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 60%-90% das necessidades totais anuais.

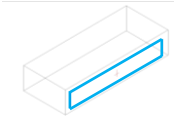
Soluções com 20% da fachada envidraçada

- Orientação Oeste com M1 e M2 com 30mm de isolamento: todas as soluções tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação fria (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz), possuem valores de Necessidades de aquecimento entre 80%-95% das necessidades totais anuais (tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia); bem como Temp Med Min inferior a 13°C (maior preocupação com as questões na estação de Inverno).

- Orientação Oeste com M2 e 60mm de isolamento: quando apresentam palas inferiores a 0.60m de largura, estas tendem a não apresentarem maior dispêndio de energia em ambas as estações; bem como tendem a não apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e Temp. Med. Min. Inferior a 13°C; resultados cerca de 25%-30% melhores que a solução de referência. Quando apresentam palas superiores a 1.20m tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação fria (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz), possuem valores de Necessidades de aquecimento entre 80%-95% das necessidades totais anuais (tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia); bem como Temp Med Min inferior a 13°C (maior preocupação com as questões na estação de aquecimento).

- Orientação Oeste com massa equivalente a M2 e M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento na envolvente exterior: apresentam resultados entre 30% e 40% melhores que a solução de referência, sendo que estas soluções tendem a não apresentar valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro, dimensões palas horizontais e taxas de ventilação) portanto não apresentando situações críticas relativamente as necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento, e maior desconforto em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 80%-95% das necessidades totais anuais.

4.3.3.1.3 Soluções a Este: 

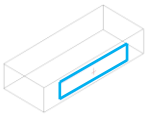


Soluções com 80% da fachada envidraçada

- Orientação Este sem palas a palas de 1.20m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): todas estas soluções (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2) apresentam tendência a um maior dispêndio de energia ao longo da estação quente, apresentando Temp. Med. Max. Superiores a 30°C. Os valores de Necessidades de Arrefecimento obtidos correspondem a 50%-75% das necessidades totais anuais (maior preocupação Verão).

Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Este com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H21 ou Hab21, entretanto esta unidade apresenta parte dos seus envidraçados com dispositivos de protecção (Apêndice I.2 do Anexo 4.1).

- Orientação Este com palas de 1.90m (M2 e M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): somente quando associadas a vidro duplo especiais tendem a não apresentar maior dispêndio de energia em ambas estações, não apresentando Temp. Med. Max. Superiores a 30°C e Temp. Med. Min inferior a 13°C. Entretanto quando associados a vidro duplo incolor (V1) verifica-se um maior dispêndio de energia na estação quente, com Temp. Med. Max. Superior a 30°C; sendo os valores de Necessidades de Arrefecimento entre 30%-55% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente, Verão).



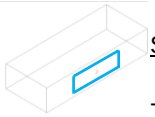
Soluções com 60% da fachada envidraçada

- Orientação Este Sem palas ou com palas de até 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): todas estas soluções (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2) apresentam tendência a um maior dispêndio de energia ao longo da estação quente, apresentando Temp. Med. Max. Superiores a 30°C. Os valores de Necessidades de Arrefecimento correspondem a 40%-70% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente, Verão).

- Orientação Este com palas de 1.20m (M2 e M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): somente quando associadas a vidro duplo especiais tendem a não apresentar maior dispêndio de energia em ambas estações, não apresentando Temp. Med. Max. Superiores a 30°C e Temp. Med. Min inferior a 13°C. Entretanto quando associados a vidro duplo incolor (V1) verifica-se um maior dispêndio de energia na estação quente, com Temp. Med. Max. Superior a 30°C; sendo que os valores de Necessidades de Arrefecimento entre 30%-60% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente, Verão).

- Orientação Este com palas de 1.90m: soluções com M1 e M2 associadas a 30mm de isolamento somente quando associadas a vidro duplo incolor tendem a não apresentar maior dispêndio de energia em ambas estações, não apresentando Temp. Med. Max. Superiores a 30°C e Temp. Med. Min inferior a 13°C; entretanto quando associados a vidro duplo especiais (V2) verifica-se um maior dispêndio de energia na estação fria, com Temp. Med. Min. inferior a 13°C; sendo os valores de Necessidades de Aquecimento correspondem a 60%-75% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente Fria). Soluções com M2 e M3 associadas a 60mm e 100mm de isolamento tendem a não apresentarem maior dispêndio de energia em ambas estações; tendendo a não apresentar Temp. med. Max. Superior a 30°C e Temp. Med. Min inferior a 13°C.

Obs. para as soluções a Este que apresentem área de envidraçado superior a 60% da área da fachada exposta, maior atenção deve ser tomada com as questões de arrefecimento, maior preocupação estação Quente (Verão), tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para a maior parte destas soluções.



Soluções com 40% da fachada envidraçada

- Orientação Este com M1 e M2 com 30mm de isolamento: as soluções desprovidas de palas horizontais ou com palas de dimensões inferiores a 0.60m tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação quente (principalmente quando associadas a vidro duplo incolor V1), apresentando Temp. Med. Max superior a 30°C; entretanto quando associadas a palas de dimensões superiores a 1.20m (principalmente quando com vidro duplo especiais V2) tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação de aquecimento com temperaturas Méd Min. inferiores a 13°C, estes apresentaram valores de Necessidades de aquecimento entre 65%-80% das necessidades totais anuais (maior preocupação com as questões na estação quente Fria). Somente um conjunto reduzido de soluções com palas entre 0.60m e 1.20m não apresentam maior dispêndio de energia ao longo do ano.

- Orientação Este com massa equivalente a M2 e M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento na envolvente exterior: as soluções desprovidas de palas horizontais ou com palas de até 0.60m quando associadas a vidro duplo incolor (V1) tendem a proporcionar maior dispêndio de energia na estação quente, apresentando de modo geral Temp. Med. Max superior 30°C. Entretanto, quando associadas a palas de dimensões superiores a 1.20m (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2 e diferentes taxas de ventilação propostas na matriz) estas soluções tendem a não apresentar maior dispêndio de energia em ambas as estações, não apresentando Temp. Med Max superior a 30°C e Temp. Med. Min. inferior a 13°C; sendo soluções 15% a 40% melhores que as soluções de referência.

Portanto para soluções semelhantes ao Modelo1 orientado a Este com 40% da face exposta envidraçada (em andar cobertura), mais interessante adoptar soluções com massa térmica equivalente a M2 e M3 associadas a graus de isolamento de isolamento superior a 60mm.

- Obs. As soluções a Sul, Oeste e Norte apresentam de modo geral resultados bem melhores do que as soluções a Este. As estratégias adoptadas na Matriz demonstraram não ser tão eficientes para estas soluções, as quais estão desprovidas de qualquer dispositivo de protecção (interior e exterior) junto ao envidraçado. Portanto verifica-se que as palas horizontais pouco foram eficazes (somente quando apresentam dimensões consideráveis) e que estas soluções apresentam dificuldade em dissipar o calor na

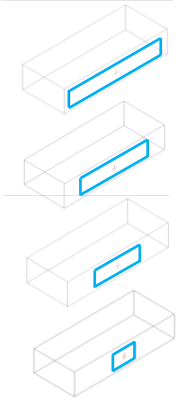
estação quente. Para estas soluções verifica-se também a importância do grau de isolamento para a obtenção de melhores resultados, pois ao aumentar a massa de M1 para M2 mantendo o grau de isolamento de 30mm pouco melhorou os resultados; entretanto ao manter a massa M2 e aumentar o grau de isolamento de 30mm para 60mm ou de 60mm para 100mm, verifica-se uma melhora significativa em termos de resultados gerais (melhora no comportamento de soluções semelhantes).

Soluções com 20% da fachada envidraçada

- Todas as soluções da Matriz do ModeloI em andar cobertura que possuem 20% da fachada exterior envidraçada sob a orientação Este, quando com massa térmica equivalente a M1 ou M2, associados a um grau de isolamento de 30mm (envolvente exterior), tendem a apresentar um maior dispêndio de energia com relação as necessidades de aquecimento (Inverno), bem como média das temperaturas mínimas inferiores a 13°C. Parcela correspondente as necessidades de aquecimento representa cerca de 70%-90% das necessidades totais anuais.

- Para as demais soluções a Este com M2 e M3 associados a isolamento de 60mm e 100mm; verifica-se tendência a não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C. Sendo estas soluções 20%-40% melhores que a solução de referência.

4.3.3.1.4 Soluções a Norte:



Soluções com 20% a 80% da fachada envidraçada

- Todas as soluções da Matriz do ModeloI orientadas a Norte localizadas em andar Cobertura quando com Massa Térmica I ou II, associados a um grau de isolamento (envolvente exterior) inferior a 60mm, independentemente da área de envidraçado (de 20% a 80% da fachada envidraçada), tendem a apresentar um maior dispêndio de energia com relação as necessidades de aquecimento (Inverno), bem como média das temperaturas mínimas inferiores a 13°C. Parcela correspondente as necessidades de aquecimento corresponde a mais de 75% das necessidades totais anuais. A semelhança destas também são as soluções com Massa Térmica II e III associados a isolamentos de 60mm e de 100mm, quando com áreas de envidraçados superiores a 40% da fachada e associados a palas horizontais de dimensões superiores a 1.20m.

- Para as demais soluções com M2 e M3 associados a isolamento de 60mm e 100mm; soluções com uma área de envidraçado superior a 40% da fachada associado a palas horizontais de dimensões inferiores a 1.20m, e todas as soluções com envidraçado correspondendo a 20%; verifica-se tendência a não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C. Sendo estas soluções 5%-25% melhores que a solução de referência quando apresentam 80% fachada envidraçada; 15%-30% melhores que a solução de referência quando apresentam 60% fachada envidraçada; 25%-35% melhores que a solução de referência quando apresentam 40% fachada envidraçada; e 30%-35% melhores que a solução de referência quando apresentam 20% fachada envidraçada.

- Todas as soluções orientadas a Norte com: 80% da fachada envidraçada apresentam-se 20% a 40% melhores do que a solução de referência; com 60% da fachada envidraçada apresentam-se 30% a 40% melhores do que a solução de referência; com 40% da fachada envidraçada apresentam-se 35% a 40% melhores do que a solução de referência; com 20% da fachada envidraçada apresentam-se 40% melhores do que a solução de referência.

- Para estas soluções (independentemente da área envidraçado, do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro), as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram sempre superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 0.5% a 28% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 72% a 99.5% do total anual (dependendo da solução).

Obs. maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno), para com as soluções a Norte com 20% a 80% da fachada envidraçada (mesmo quando não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas).

<u>Análise Temperatura – Modelo1 Cobertura – Orientação Sul, Oeste, Este e Norte sem Dispositivo de Protecção Interior e Exterior</u>

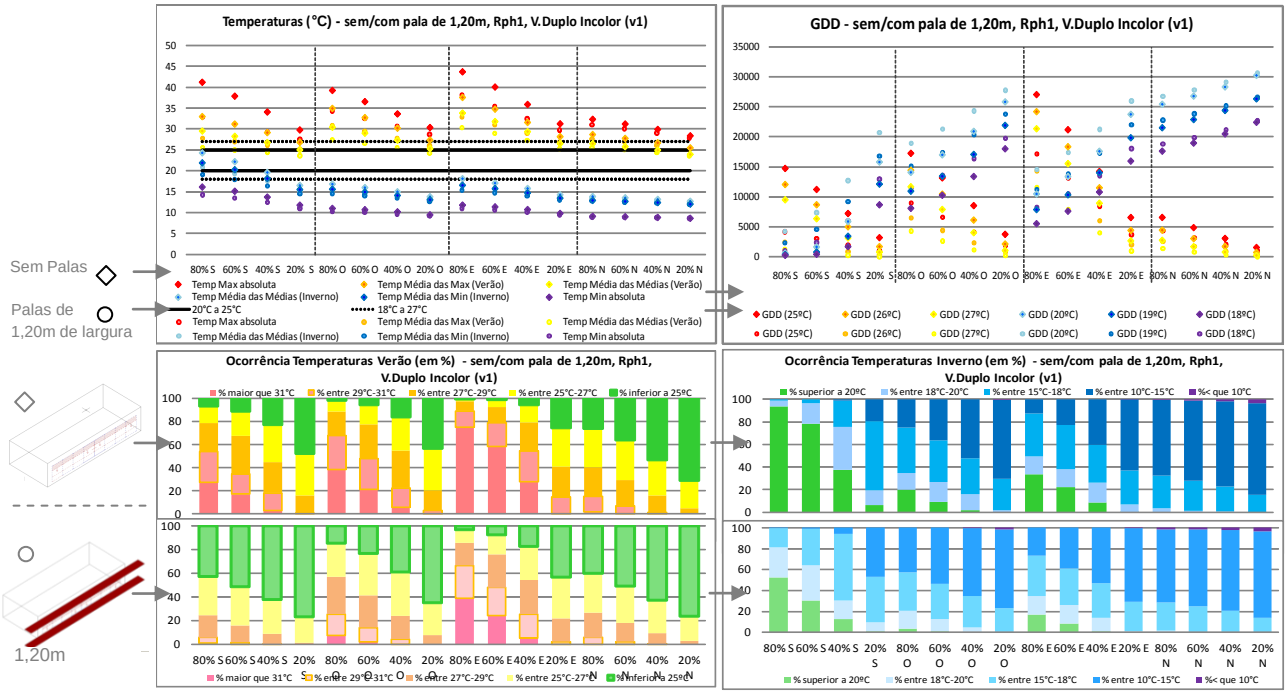


Figura 4.67: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Cobertura, soluções sem dispositivo de protecção solar.

Verão:

- Sul: soluções que apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C-44°C (quando sem palas horizontais) e 23°C-30°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 32°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -4°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -3°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1.5°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m não ocorrem temperaturas interiores superiores a 29°C e somente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.90m praticamente não ocorrem temperaturas interiores superiores a 27°C. Entretanto verificou-se temperaturas superiores a 27°C em boa parte do tempo da estação quente para grande parte das soluções que apresentam palas horizontais de dimensões inferiores a 0,60m, mas principalmente para as que não apresentam palas horizontais e área de envidraçados superiores a 60% da fachada, ou seja, 40%-90% do tempo (quando Aenv 80% da fachada e sem palas) e 15%-70% (quando Aenv 40% da fachada e sem palas) com temperaturas superiores a 27°C.

- Oeste: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C -41°C (quando sem palas horizontais) e 23°C -34°C (quando com palas horizontais de 1.90m; sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 33°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -2°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se temperaturas superiores a 27°C em boa parte do tempo da estação quente para a maioria das soluções mas principalmente para as que apresentam palas horizontais de menores dimensões. Para as soluções com palas inferiores a 0.60m ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 30%-100% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante 10%-80% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções

com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada verifica-se temperaturas superiores a 31°C em mais de 50% do tempo (principalmente quando com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

- Este: soluções com temperatura interior na estação quente que variam entre 26°C -46°C (quando sem palas horizontais) e 24°C -37°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 24°C e 36°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -2,5°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2,5°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se temperaturas superiores a 27°C na maior parte do tempo da estação quente para a maior parte das soluções mas principalmente para as que apresentam palas horizontais de menores dimensões. Para as soluções com palas inferiores a 1,20m, ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 40%-100% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante 15%-95% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções verifica-se temperaturas superiores a 31°C em mais de 50% do tempo (principalmente quando com maior área de envidraçado e com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

- Norte: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C -34°C (quando sem palas horizontais) e 23°C -31°C (quando com palas horizontais de 1.90m), demonstrando menor eficácia das palas horizontais sobre os resultados destas soluções do que para as mesmas soluções orientadas a Sul e a Oeste; sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 27°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária de até -3°C entre soluções sem palas e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m, não ocorreu temperaturas interiores superiores a 29°C (sendo que cerca de 20%-80% do tempo ocorreram temperaturas inferiores a 25°C). Para as soluções com palas inferiores a 0.60m ocorreram temperaturas superiores a 27°C durante 10%-65% do tempo (Aenv 80% da fachada) e durante 5%-35% do tempo (Aenv 40% da fachada); sendo que para parte destas soluções com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada verifica-se temperaturas superiores a 31°C em até 35% do tempo (principalmente quando com taxas de renovação por hora de 0.8Rph).

Inverno:

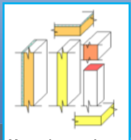
- Sul: soluções que de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 12°C -25°C (quando sem palas horizontais) e 10°C-19°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 15°C e 24°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -2°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada que praticamente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m passam a ocorrer mais frequentemente temperaturas interiores inferiores a 18°C e somente a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.90m ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C; entretanto verificou-se temperaturas superiores a 18°C na maior parte do tempo da estação fria para a maior parte das soluções que não apresentam palas horizontais ou que possuem palas com dimensões de 0.60m (75%-95% do tempo com temperaturas superiores a 18°C e 40%-90% do tempo com temperaturas superiores a 20°C). Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% da fachada exterior, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C em boa parte do tempo para quase a totalidade destas soluções, sendo 30% a 65% do tempo para estas soluções quando sem palas, e de 70% a 90% do tempo para estas soluções quando com palas de dimensões superiores a 1.20m.

- Oeste: soluções com temperatura interior na estação fria que variam entre 9°C -17°C (quando sem palas horizontais) e 8°C -15°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 14°C e 17°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média

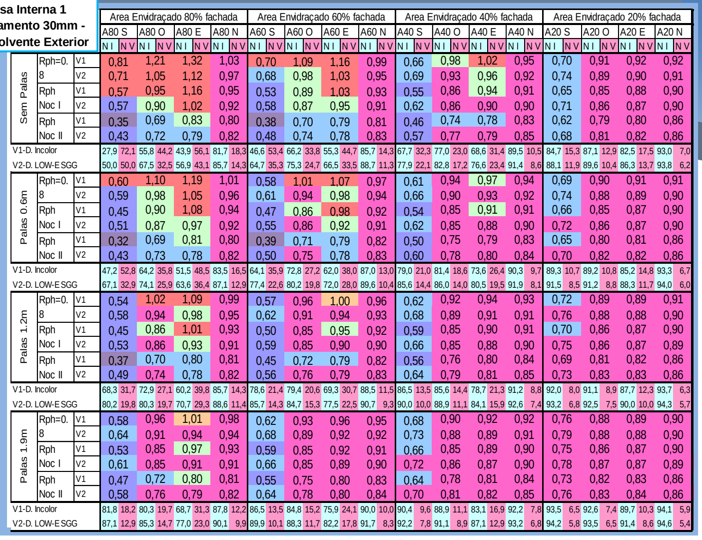
da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 50%-95% do tempo (quando com Aenv 80% da fachada) e durante 80%-100% do tempo (quando com Aenv 40% da fachada) sendo que a partir das soluções com palas horizontais superiores as 1.20m ocorre temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 40%-80% do tempo. Entretanto, para as soluções com palas horizontais de dimensões inferiores a 0.60m, verificou-se temperaturas superiores a 18°C durante 15%-35% do tempo quando com Aenv 80% da fachada (sendo que 5%-20% do tempo ocorreram temperaturas superiores a 20°C) e 5%-20% do tempo quando com Aenv 40% (entretanto praticamente não se verifica temperaturas superiores a 20°C).

- Este: soluções com temperatura interior na estação fria que variam entre 10°C -18°C (quando sem palas horizontais) e 9°C -16°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 14°C e 18°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -2°C entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 50%-90% do tempo (quando com Aenv 80% da fachada) e durante 75%-100% do tempo (quando com Aenv 40% da fachada), sendo que a partir das soluções com palas horizontais superiores a 1.20m ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 30%-50% do tempo (Aenv 80%) e durante 50%-70% do tempo (Aenv 40%). Entretanto, para as soluções com palas horizontais de dimensões inferiores a 0.60m, verificou-se temperaturas superiores a 18°C durante 30%-50% do tempo quando com Aenv 80% da fachada (sendo que 10%-30% do tempo ocorreram temperaturas superiores a 20°C) e 10%-25% do tempo quando com Aenv 40% da fachada.

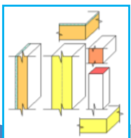
- Norte: soluções que apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 8,5°C-14°C (quando sem palas horizontais) e 8°C-13°C (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 13°C e 14°C. A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1,5°C entre soluções sem palas para as mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para a maior parte das soluções temperaturas interiores inferiores a 18°C durante 95%-100% do tempo, sendo que para a maior parte das soluções ocorrem temperaturas interiores inferiores a 15°C durante 65%-80% do tempo (para soluções com Aenv 80% da fachada) e durante 75%-85% do tempo (para soluções Aenv 40% da fachada). Para a maior parte das soluções com ambos tipos de áreas de envidraçados, verificou-se temperaturas inferiores a 10°C em até 5% do tempo.



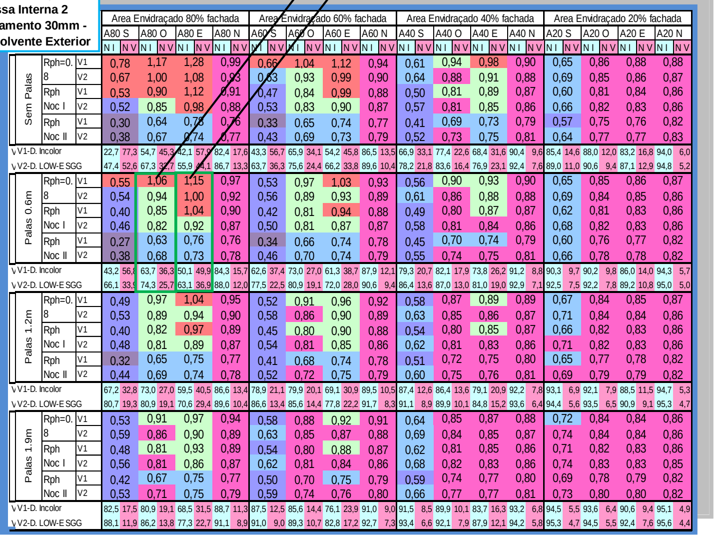
Massa Interna 1
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior



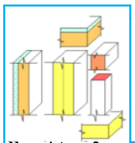
			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,81		1,21		1,32		1,03		0,70		1,09		1,16		0,99		0,66		0,98		1,02		0,95		0,70		0,91		0,92		0,92	
		V2	0,71		1,05		1,12		0,97		0,68		0,98		1,03		0,95		0,69		0,93		0,96		0,92		0,74		0,89		0,90		0,91	
	Rph Noc I	V1	0,57		0,95		1,16		0,95		0,53		0,89		1,03		0,93		0,55		0,86		0,94		0,91		0,65		0,85		0,88		0,90	
		V2	0,57		0,90		1,02		0,92		0,58		0,87		0,95		0,91		0,62		0,86		0,90		0,90		0,71		0,86		0,87		0,90	
	Rph Noc II	V1	0,35		0,69		0,83		0,80		0,38		0,70		0,79		0,81		0,46		0,74		0,78		0,83		0,62		0,79		0,80		0,86	
		V2	0,43		0,72		0,79		0,82		0,48		0,74		0,78		0,83		0,57		0,77		0,79		0,85		0,68		0,81		0,82		0,86	
V1-D. Incolor			27,9	72,1	55,8	44,2	43,9	56,1	81,7	18,3	46,6	53,4	66,2	33,8	55,3	44,7	85,7	14,3	67,7	32,3	77,0	23,0	68,6	31,4	89,5	10,5	84,7	15,3	87,1	12,9	82,5	17,5	93,0	7,0
V2-D. LOW-E SGG			50,0	50,0	67,5	32,5	56,9	43,1	85,7	14,3	64,7	35,3	75,3	24,7	66,5	33,5	88,7	11,3	77,9	22,1	82,8	17,2	76,6	23,4	91,4	8,6	88,1	11,9	89,6	10,4	86,3	13,7	93,8	6,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,60		1,10		1,19		1,01		0,58		1,01		1,07		0,97		0,61		0,94		0,97		0,94		0,69		0,90		0,91		0,91	
		V2	0,59		0,98		1,05		0,96		0,61		0,94		0,98		0,94		0,66		0,90		0,93		0,92		0,74		0,88		0,89		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,45		0,90		1,08		0,94		0,47		0,86		0,98		0,92		0,54		0,85		0,91		0,91		0,66		0,85		0,87		0,90	
		V2	0,51		0,87		0,97		0,92		0,55		0,86		0,92		0,91		0,62		0,85		0,88		0,90		0,72		0,86		0,87		0,90	
	Rph Noc II	V1	0,32		0,69		0,81		0,80		0,39		0,71		0,79		0,82		0,50		0,75		0,79		0,83		0,65		0,80		0,81		0,86	
		V2	0,43		0,73		0,78		0,82		0,50		0,75		0,78		0,83		0,60		0,78		0,80		0,84		0,70		0,82		0,82		0,86	
V1-D. Incolor			47,2	52,8	64,2	35,8	51,5	48,5	83,5	16,5	64,1	35,9	72,8	27,2	62,0	38,0	87,0	13,0	79,0	21,0	81,4	18,6	73,6	26,4	90,3	9,7	89,3	10,7	89,2	10,8	85,2	14,8	93,3	6,7
V2-D. LOW-E SGG			67,1	32,9	74,1	25,9	63,6	36,4	87,1	12,9	77,4	22,6	80,2	19,8	72,0	28,0	89,6	10,4	85,6	14,4	86,0	14,0	80,5	19,5	91,9	8,1	91,5	8,5	91,2	8,8	88,3	11,7	94,0	6,0
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,54		1,02		1,09		0,99		0,57		0,96		1,00		0,96		0,62		0,92		0,94		0,93		0,72		0,89		0,89		0,91	
		V2	0,58		0,94		0,98		0,95		0,62		0,91		0,94		0,93		0,68		0,89		0,91		0,91		0,76		0,88		0,88		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,45		0,86		1,01		0,93		0,50		0,85		0,95		0,92		0,59		0,85		0,90		0,91		0,70		0,86		0,87		0,90	
		V2	0,53		0,86		0,93		0,91		0,59		0,85		0,90		0,90		0,66		0,85		0,88		0,90		0,75		0,86		0,87		0,89	
	Rph Noc II	V1	0,37		0,70		0,80		0,81		0,45		0,72		0,79		0,82		0,56		0,76		0,80		0,84		0,69		0,81		0,82		0,86	
		V2	0,49		0,74		0,78		0,82		0,56		0,76		0,79		0,83		0,64		0,79		0,81		0,85		0,73		0,83		0,83		0,86	
V1-D. Incolor			68,3	31,7	72,9	27,1	60,2	39,8	85,7	14,3	78,6	21,4	79,4	20,6	69,3	30,7	88,5	11,5	86,5	13,5	85,6	14,4	78,7	21,3	91,2	8,8	92,0	8,0	91,1	8,9	87,7	12,3	93,7	6,3
V2-D. LOW-E SGG			80,2	19,8	80,3	19,7	70,7	29,3	88,6	11,4	85,7	14,3	84,7	15,3	77,5	22,5	90,7	9,3	90,0	10,0	88,9	11,1	84,1	15,9	92,6	7,4	93,2	6,8	92,5	7,5	90,0	10,0	94,3	5,7
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,58		0,96		1,01		0,98		0,62		0,93		0,96		0,95		0,68		0,90		0,92		0,92		0,76		0,88		0,89		0,90	
		V2	0,64		0,91		0,94		0,94		0,68		0,89		0,92		0,92		0,73		0,88		0,89		0,91		0,79		0,88		0,88		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,53		0,85		0,97		0,93		0,59		0,85		0,92		0,91		0,66		0,85		0,89		0,90		0,75		0,86		0,87		0,90	
		V2	0,61		0,85		0,91		0,91		0,66		0,85		0,89		0,90		0,72		0,86		0,87		0,90		0,78		0,87		0,87		0,89	
	Rph Noc II	V1	0,47		0,72		0,80		0,81		0,55		0,75		0,80		0,83		0,64		0,78		0,81		0,84		0,73		0,82		0,83		0,86	
		V2	0,58		0,76		0,79		0,82		0,64		0,78		0,80		0,84		0,70		0,81		0,82		0,85		0,76		0,83		0,84		0,86	
V1-D. Incolor			81,8	18,2	80,3	19,7	68,7	31,3	87,8	12,2	86,5	13,5	84,8	15,2	75,9	24,1	90,0	10,0	90,4	9,6	88,9	11,1	83,1	16,9	92,2	7,8	93,5	6,5	92,6	7,4	89,7	10,3	94,1	5,9
V2-D. LOW-E SGG			87,1	12,9	85,3	14,7	77,0	23,0	90,1	9,9	89,9	10,1	88,3	11,7	82,2	17,8	91,7	8,3	92,2	7,8	91,1	8,9	87,1	12,9	93,2	6,8	94,2	5,8	93,5	6,5	91,4	8,6	94,6	5,4



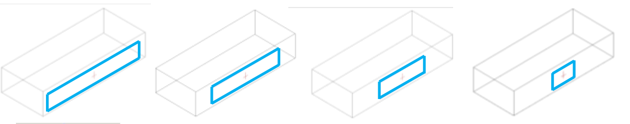
Massa Interna 2
Isolamento 30mm -
Envolvente Exterior

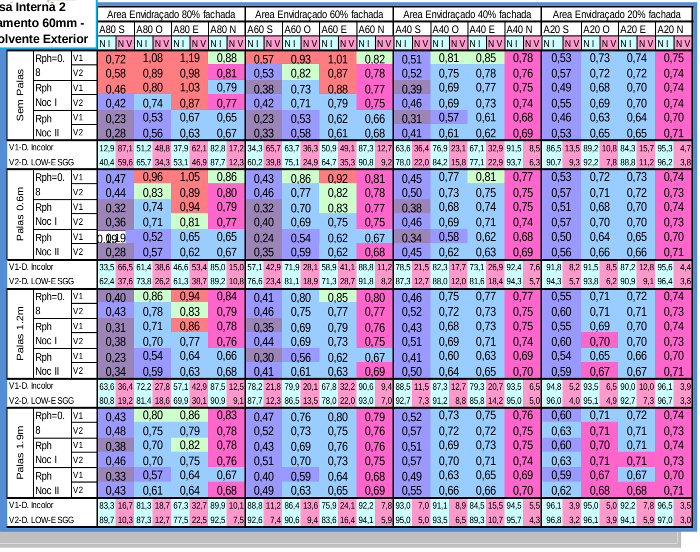


			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,78		1,17		1,28		0,99		0,66		1,04		1,12		0,94		0,61		0,94		0,98		0,90		0,65		0,86		0,88		0,88	
		V2	0,67		1,00		1,08		0,93		0,63		0,93		0,99		0,90		0,64		0,88		0,91		0,88		0,69		0,85		0,86		0,87	
	Rph Noc I	V1	0,53		0,90		1,12		0,91		0,47		0,84		0,99		0,88		0,50		0,81		0,89		0,87		0,60		0,81		0,84		0,86	
		V2	0,52		0,85		0,98		0,88		0,53		0,83		0,90		0,87		0,57		0,81		0,85		0,86		0,66		0,82		0,83		0,86	
	Rph Noc II	V1	0,30		0,64		0,78		0,76		0,33		0,65		0,74		0,77		0,41		0,69		0,73		0,79		0,57		0,75		0,76		0,82	
		V2	0,38		0,67		0,74		0,77		0,43		0,69		0,73		0,79		0,52		0,73		0,75		0,81		0,64		0,77		0,77		0,83	
V1-D. Incolor			22,7	77,3	54,7	45,3	42,1	57,9	82,4	17,6	43,3	56,7	65,9	34,1	54,2	45,8	86,5	13,5	66,9	33,1	77,4	22,6	68,4	31,6	90,4	9,6	85,4	14,6	88,0	12,0	83,2	16,8	94,0	6,0
V2-D. LOW-E SGG			47,4	52,6	67,3	32,7	55,9	44,1	86,7	13,3	63,7	36,3	75,6	24,4	66,2	33,8	89,6	10,4	78,2	21,8	83,6	16,4	76,9	23,1	92,4	7,6	89,0	11,0	90,6	9,4	87,1	12,9	94,8	5,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,55		1,06		1,15		0,97		0,53		0,97		1,03		0,93		0,56		0,90		0,93		0,90		0,65		0,85		0,86		0,87	
		V2	0,54		0,94		1,00		0,92		0,56		0,89		0,93		0,89		0,61		0,86		0,88		0,88		0,69		0,84		0,85		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,40		0,85		1,04		0,90		0,42		0,81		0,94		0,88		0,49		0,80		0,87		0,87		0,62		0,81		0,83		0,86	
		V2	0,46		0,82		0,92		0,87		0,50		0,81		0,87		0,87		0,58		0,81		0,84		0,86		0,68		0,82		0,83		0,86	
	Rph Noc II	V1	0,27		0,63		0,76		0,76		0,34		0,66		0,74		0,78		0,45		0,70		0,74		0,79		0,60		0,76		0,77		0,82	
		V2	0,38		0,68		0,73		0,78		0,46		0,70		0,74		0,79		0,55		0,74		0,75		0,81		0,66		0,78		0,78		0,82	
V1-D. Incolor			43,2	56,8	63,7	36,3	50,1	49,9	84,3	15,7	62,6	37,4	73,0	27,0	61,3	38,7	87,9	12,1	79,3	20,7	82,1	17,9	73,8	26,2	91,2	8,8	90,3	9,7	90,2	9,8	86,0	14,0	94,3	5,7
V2-D. LOW-E SGG			66,1	33,9	74,3	25,7	63,1	36,9	88,0	12,0	77,5	22,5	80,9	19,1	72,0	28,0	90,6	9,4	86,4	13,6	87,0	13,0	81,0	19,0	92,9	7,1	92,5	7,5	92,2	7,8	89,2	10,8	95,0	5,0
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,49		0,97		1,04		0,95		0,52		0,91		0,96		0,92		0,58		0,87		0,89		0,89		0,67		0,84		0,85		0,87	
		V2	0,53		0,89		0,94		0,90		0,58		0,86		0,90		0,89		0,63		0,85		0,86		0,87		0,71		0,84		0,84		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,40		0,82		0,97		0,89		0,45		0,80		0,90		0,88		0,54		0,80		0,85		0,87		0,66		0,82		0,83		0,86	
		V2	0,48		0,81		0,89		0,87		0,54		0,81		0,85		0,86		0,62		0,81		0,83		0,86		0,71		0,82		0,83		0,86	
	Rph Noc II	V1	0,32		0,65		0,75		0,77		0,41		0,68		0,74		0,78		0,51		0,72		0,75		0,80		0,65		0,77		0,78		0,82	
		V2	0,44		0,69		0,74		0,78		0,52		0,72		0,75		0,79		0,60		0,75		0,76		0,81		0,69		0,79		0,79		0,82	
V1-D. Incolor			67,2	32,8	73,0	27,0	59,5	40,5	86,6	13,4	78,9	21,1	79,9	20,1	69,1	30,9	89,5	10,5	87,4	12,6	86,4	13,6	79,1	20,9	92,2	7,8	93,1	6,9	92,1	7,9	88,5	11,5	94,7	5,3
V2-D. LOW-E SGG			80,7	19,3	80,9	19,1	70,6	29,4	89,6	10,4	86,6	13,4	85,6	14,4	77,8	22,2	91,7	8,3	91,1	8,9	89,9	10,1	84,8	15,2	93,6	6,4	94,4	5,6	93,5	6,5	90,9	9,1	95,3	4,7
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,53		0,91		0,97		0,94		0,58		0,88		0,92		0,91		0,64		0,85		0,87		0,88		0,72		0,84		0,84		0,86	
		V2	0,59		0,86		0,90		0,89		0,63		0,85		0,87		0,88		0,69		0,84		0,85		0,87		0,74		0,84		0,84		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,48		0,81		0,93		0,89		0,54		0,80		0,88		0,87		0,62		0,81		0,85		0,86		0,71		0,82		0,83		0,86	
		V2	0,56		0,81		0,86		0,87		0,62		0,81		0,84		0,86		0,68		0,82		0,83		0,86		0,74		0,83		0,83		0,85	
	Rph Noc II	V1	0,42		0,67		0,75		0,77		0,50		0,70		0,75		0,79		0,59		0,74		0,77		0,80		0,69		0,78		0,79		0,82	
		V2	0,53		0,71		0,75		0,79		0,59		0,74		0,76		0,80		0,66		0,77		0,77		0,81		0,73		0,80		0,80		0,82	
V1-D. Incolor			82,5	17,5	80,9	19,1	68,5	31,5	88,7	11,3	87,5	12,5	85,6	14,4	76,1	23,9	91,0	9,0	91,5	8,5	89,9	10,1	83,7	16,3	93,2	6,8	94,5	5,5	93,6	6,4	90,6	9,4	95,1	4,9
V2-D. LOW-E SGG			88,1	11,9	86,2	13,8	77,3	22,7	91,1	8,9	91,0	9,0	89,3	10,7	82,8	17,2	92,7	7,3	93,4	6,6	92,1	7,9	87,9	12,1	94,2	5,8	95,3	4,7	94,5	5,5	92,4	7,6	95,6	4,4

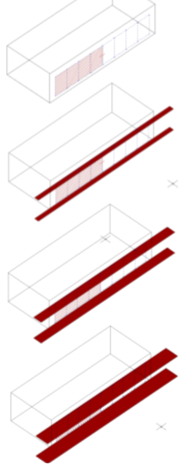


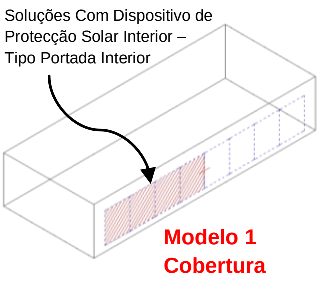
Massa Interna 2
Isolamento 60mm -
Envolvente Exterior





			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,72		1,08		1,19		0,88		0,57		0,93		1,01		0,82		0,51		0,81		0,85		0,78		0,53		0,73		0,74		0,75	
		V2	0,58		0,89		0,98		0,81		0,53		0,82		0,87		0,78		0,52		0,75		0,78		0,76		0,57		0,72		0,72		0,74	
	Rph Noc I	V1	0,46		0,80		1,03		0,79		0,38		0,73		0,88		0,77		0,39		0,69		0,77		0,75		0,49		0,68		0,70		0,74	
		V2	0,42		0,74		0,87		0,77		0,42		0,71		0,79		0,75		0,46		0,69		0,73		0,74		0,55		0,69		0,70		0,74	
	Rph Noc II	V1	0,23		0,53		0,67		0,65		0,23		0,53		0,62		0,66		0,31		0,57		0,61		0,68		0,46		0,63		0,64		0,70	
		V2	0,28		0,56		0,63		0,67		0,33		0,58		0,61		0,68		0,41		0,61		0,62		0,69		0,53		0,65		0,65		0,71	
V1-D. Incolor			12,9	87,1	51,2	48,8	37,9	62,1	82,8	17,2	34,3	65,7	63,7	36,3	50,9	49,1	87,3	12,7	63,6	36,4	76,9	23,1	67,1	32,9	91,5	8,5	86,5	13,5	89,2	10,8	84,3	15,7	95,3	4,7
V2-D. LOW-E SGG			40,4	59,6	65,7	34,3	53,1	46,9	87,7	12,3	60,2	39,8	75,1	24,9	64,7	35,3	90,8	9,2	78,0	22,0	84,2	15,8	77,1	22,9	93,7	6,3	90,7	9,3	92,2	7,8	88,8	11,2	96,2	3,8
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,47		0,96		1,05		0,86		0,43		0,86		0,92		0,81		0,45		0,77		0,81		0,77		0,53		0,72		0,73		0,74	
		V2	0,44		0,83		0,89		0,80		0,46		0,77		0,82		0,78		0,50		0,73		0,75		0,75		0,57		0,71		0,72		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,32		0,74		0,94		0,79		0,32		0,70		0,83		0,77		0,38		0,68		0,74		0,75		0,51		0,68		0,70		0,74	
		V2	0,36		0,71		0,81		0,77		0,40		0,69		0,75		0,75		0,46		0,69		0,71		0,74		0,57		0,70		0,70		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,19		0,52		0,65		0,65		0,24		0,54		0,62		0,67		0,34		0,58		0,62		0,68		0,50		0,64		0,65		0,70	
		V2	0,28		0,57		0,62		0,67		0,35		0,59		0,62		0,68		0,45		0,62		0,63		0,69		0,56		0,66		0,66		0,71	
V1-D. Incolor			33,5	66,5	61,4	38,6	46,6	53,4	85,0	15,0	57,1	42,9	71,9	28,1	58,9	41,1	88,8	11,2	78,5	21,5	82,3	17,7	73,1	26,9	92,4	7,6	91,8	8,2	91,5	8,5	87,2	12,8	95,6	4,4
V2-D. LOW-E SGG			62,4	37,6	73,8	26,2	61,3	38,7	89,2	10,8	76,6	23,4	81,1	18,9	71,3	28,7	91,8	8,2	87,3	12,7	88,0	12,0	81,6	18,4	94,3	5,7	94,3	5,7	93,8	6,2	90,9	9,1	96,4	3,6
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,40		0,86		0,94		0,84		0,41		0,80		0,85		0,80		0,46		0,75		0,77		0,77		0,55		0,71		0,72		0,74	
		V2	0,43		0,78		0,83		0,79		0,46		0,75		0,77		0,77		0,52		0,72		0,73		0,75		0,60		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,31		0,71		0,86		0,78		0,35		0,69		0,79		0,76		0,43		0,68		0,73		0,75		0,55		0,69		0,70		0,74	
		V2	0,38		0,70		0,77		0,76		0,44		0,69		0,73		0,75		0,51		0,69		0,71		0,74		0,60		0,70		0,70		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,23		0,54		0,64		0,66		0,30		0,56		0,62		0,67		0,41		0,60		0,63		0,69		0,54		0,65		0,66		0,70	
		V2	0,34		0,59		0,63		0,68		0,41		0,61		0,63		0,69		0,50		0,64		0,65		0,70		0,59		0,67		0,67		0,71	
V1-D. Incolor			63,6	36,4	72,2	27,8	57,1	42,9	87,5	12,5	78,2	21,8	79,9	20,1	67,8	32,2	90,6	9,4	88,5	11,5	87,3	12,7	79,3	20,7	93,5	6,5	94,8	5,2	93,5	6,5	90,0	10,0	96,1	3,9
V2-D. LOW-E SGG			80,8	19,2	81,4	18,6	69,9	30,1	90,9	9,1	87,7	12,3	86,5	13,5	78,0	22,0	93,0	7,0	92,7	7,3	91,2	8,8	85,8	14,2	95,0	5,0	96,0	4,0	95,1	4,9	92,7	7,3	96,7	3,3
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,43		0,80		0,86		0,83		0,47		0,76		0,80		0,79		0,52		0,73		0,75		0,76		0,60		0,71		0,72		0,74	
		V2	0,48		0,75		0,79		0,78		0,52		0,73		0,75		0,76		0,57		0,72		0,72		0,75		0,63		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,38		0,70		0,82		0,78		0,43		0,69		0,76		0,76		0,51		0,69		0,73		0,75		0,60		0,70		0,71		0,74	
		V2	0,46		0,70		0,75		0,76		0,51		0,70		0,73		0,75		0,57		0,70		0,71		0,74		0,63		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,33		0,57		0,64		0,67		0,40		0,59		0,64		0,68		0,49		0,63		0,65		0,69		0,59		0,67		0,67		0,70	
		V2	0,43		0,61		0,64		0,68		0,49		0,63		0,65		0,69		0,55		0,66		0,66		0,70		0,62		0,68		0,68		0,71	
V1-D. Incolor			83,3	16,7	81,3	18,7	67,3	32,7	89,9	10,1	88,8	11,2	86,4	13,6	75,9	24,1	92,2	7,8	93,0	7,0	91,1	8,9	84,5	15,5	94,5	5,5	96,1	3,9	95,0	5,0	92,2	7,8	96,5	3,5
V2-D. LOW-E SGG			89,7	10,3	87,3	12,7	77,5	22,5	92,5	7,5	92,6	7,4	90,6	9,4	83,6	16,4	94,1	5,9	95,0	5,0	93,5	6,5	89,3	10,7	95,7	4,3	96,8	3,2	96,1	3,9	94,1	5,9	97,0	3,0





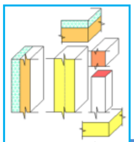
Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Interior – Tipo Portada Interior

Modelo 1 Cobertura

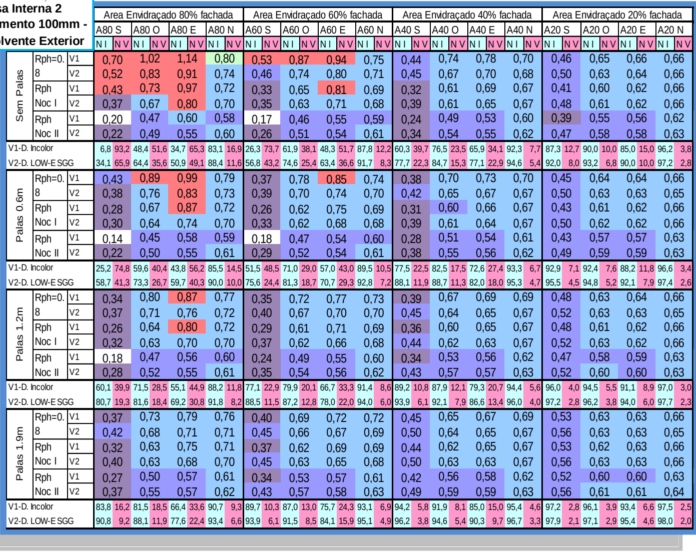
Legenda

▨	Temp. Med Min. Inferior a 13°C
▨	Temp. Med Max. superior a 30°C
▨	
superior a 1	
1	
inferior a 1	
▨	entre 0.8 e 1
▨	entre 0.6 e 0.8
▨	entre 0.4 e 0.6
▨	entre 0.2 e 0.4
☐	entre 0.0 e 0.2

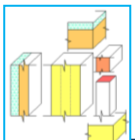
1= 7233,92 kWh
Solução de Referência



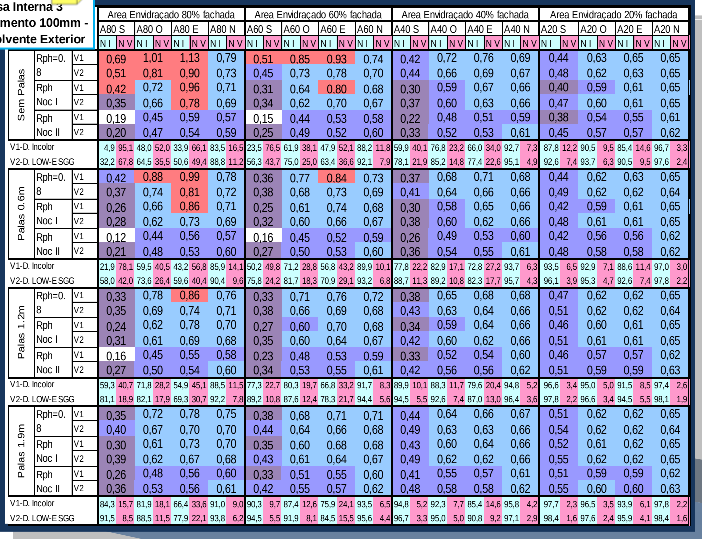
Massa Interna 2
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,70		1,02		1,14		0,80		0,53		0,87		0,94		0,75		0,44		0,74		0,78		0,70		0,46		0,65		0,66		0,66	
		V2	0,52		0,83		0,91		0,74		0,46		0,74		0,80		0,71		0,45		0,67		0,70		0,68		0,50		0,63		0,64		0,66	
	Rph Noc I	V1	0,43		0,73		0,97		0,72		0,33		0,65		0,81		0,69		0,32		0,61		0,69		0,67		0,41		0,60		0,62		0,66	
		V2	0,37		0,67		0,80		0,70		0,35		0,63		0,71		0,68		0,39		0,61		0,65		0,67		0,48		0,61		0,62		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,20		0,47		0,60		0,58		0,17		0,46		0,55		0,59		0,24		0,49		0,53		0,60		0,39		0,55		0,56		0,62	
		V2	0,22		0,49		0,55		0,60		0,26		0,51		0,54		0,61		0,34		0,54		0,55		0,62		0,47		0,58		0,58		0,63	
V1-D. Incolor			6,8	93,2	48,4	51,6	34,7	65,3	83,1	16,9	26,3	73,7	61,9	38,1	48,3	51,7	87,8	12,2	60,3	39,7	76,5	23,5	65,9	34,1	92,3	7,7	87,3	12,7	90,0	10,0	85,0	15,0	96,2	3,8
V2-D. LOW-E SGG			34,1	65,9	64,4	35,6	50,9	49,1	88,4	11,6	56,8	43,2	74,6	25,4	63,4	36,6	91,7	8,3	77,7	22,3	84,7	15,3	77,1	22,9	94,6	5,4	92,0	8,0	93,2	6,8	90,0	10,0	97,2	2,8
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,43		0,89		0,99		0,79		0,37		0,78		0,85		0,74		0,38		0,70		0,73		0,70		0,45		0,64		0,64		0,66	
		V2	0,38		0,76		0,83		0,73		0,39		0,70		0,74		0,70		0,42		0,65		0,67		0,67		0,50		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,67		0,87		0,72		0,26		0,62		0,75		0,69		0,31		0,60		0,66		0,67		0,43		0,61		0,62		0,66	
		V2	0,30		0,64		0,74		0,70		0,33		0,62		0,68		0,68		0,39		0,61		0,64		0,67		0,50		0,62		0,62		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,14		0,45		0,58		0,59		0,18		0,47		0,54		0,60		0,28		0,51		0,54		0,61		0,43		0,57		0,57		0,63	
		V2	0,22		0,50		0,55		0,61		0,29		0,52		0,54		0,61		0,38		0,55		0,56		0,62		0,49		0,59		0,59		0,63	
V1-D. Incolor			25,2	74,8	59,6	40,4	43,8	56,2	85,5	14,5	51,5	48,5	71,0	29,0	57,0	43,0	89,5	10,5	77,5	22,5	82,5	17,5	72,6	27,4	93,3	6,7	92,9	7,1	92,4	7,6	88,2	11,8	96,6	3,4
V2-D. LOW-E SGG			58,7	41,3	73,3	26,7	59,7	40,3	90,0	10,0	75,6	24,4	81,3	18,7	70,7	29,3	92,8	7,2	88,1	11,9	88,7	11,3	82,0	18,0	95,3	4,7	95,5	4,5	94,8	5,2	92,1	7,9	97,4	2,6
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,34		0,80		0,87		0,77		0,35		0,72		0,77		0,73		0,39		0,67		0,69		0,69		0,48		0,63		0,64		0,66	
		V2	0,37		0,71		0,76		0,72		0,40		0,67		0,70		0,70		0,45		0,64		0,65		0,67		0,52		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,26		0,64		0,80		0,72		0,29		0,61		0,71		0,69		0,36		0,60		0,65		0,67		0,48		0,61		0,62		0,66	
		V2	0,32		0,63		0,70		0,70		0,37		0,62		0,66		0,68		0,44		0,62		0,63		0,67		0,52		0,63		0,62		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,18		0,47		0,56		0,60		0,24		0,49		0,55		0,60		0,34		0,53		0,56		0,62		0,47		0,58		0,59		0,63	
		V2	0,28		0,52		0,55		0,61		0,35		0,54		0,56		0,62		0,43		0,57		0,57		0,63		0,52		0,60		0,60		0,63	
V1-D. Incolor			60,1	39,9	71,5	28,5	55,1	44,9	88,2	11,8	77,1	22,9	79,9	20,1	66,7	33,3	91,4	8,6	89,2	10,8	87,9	12,1	79,3	20,7	94,4	5,6	96,0	4,0	94,5	5,5	91,1	8,9	97,0	3,0
V2-D. LOW-E SGG			80,7	19,3	81,6	18,4	69,2	30,8	91,8	8,2	88,5	11,5	87,2	12,8	78,0	22,0	94,0	6,0	93,9	6,1	92,1	7,9	86,6	13,4	96,0	4,0	97,2	2,8	96,2	3,8	94,0	6,0	97,7	2,3
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,37		0,73		0,79		0,76		0,40		0,69		0,72		0,72		0,45		0,65		0,67		0,69		0,53		0,63		0,63		0,66	
		V2	0,42		0,68		0,71		0,71		0,45		0,66		0,67		0,69		0,50		0,64		0,65		0,67		0,56		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,32		0,63		0,75		0,71		0,37		0,62		0,69		0,69		0,44		0,62		0,65		0,67		0,53		0,62		0,63		0,66	
		V2	0,40		0,63		0,68		0,70		0,45		0,63		0,65		0,68		0,50		0,63		0,63		0,67		0,56		0,63		0,63		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,27		0,50		0,57		0,61		0,34		0,53		0,57		0,61		0,42		0,56		0,58		0,62		0,52		0,60		0,60		0,63	
		V2	0,37		0,55		0,57		0,62		0,43		0,57		0,58		0,63		0,49		0,59		0,59		0,63		0,56		0,61		0,61		0,64	
V1-D. Incolor			83,8	16,2	81,5	18,5	66,4	33,6	90,7	9,3	89,7	10,3	87,0	13,0	75,7	24,3	93,1	6,9	94,2	5,8	91,9	8,1	85,0	15,0	95,4	4,6	97,2	2,8	96,1	3,9	93,4	6,6	97,5	2,5
V2-D. LOW-E SGG			90,8	9,2	88,1	11,9	77,6	22,4	93,4	6,6	93,9	6,1	91,5	8,5	84,1	15,9	95,1	4,9	96,2	3,8	94,6	5,4	90,3	9,7	96,7	3,3	97,9	2,1	97,1	2,9	95,4	4,6	98,0	2,0



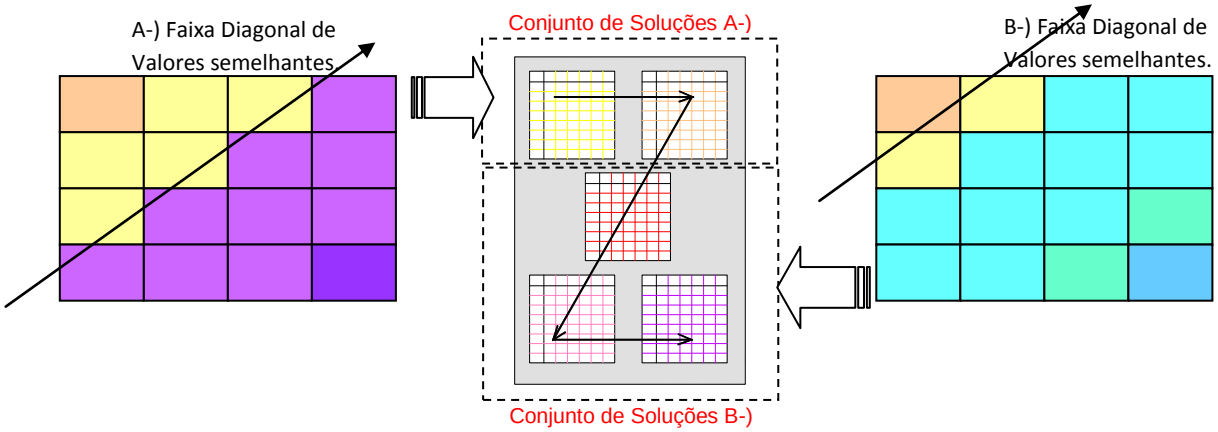
Massa Interna 3
Isolamento 100mm -
Envolvente Exterior



			Area Envidraçado 80% fachada								Area Envidraçado 60% fachada								Area Envidraçado 40% fachada								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,69		1,01		1,13		0,79		0,51		0,85		0,93		0,74		0,42		0,72		0,76		0,69		0,44		0,63		0,65		0,65	
		V2	0,51		0,81		0,90		0,73		0,45		0,73		0,78		0,70		0,44		0,66		0,69		0,67		0,48		0,62		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,42		0,72		0,96		0,71		0,31		0,64		0,80		0,68		0,30		0,59		0,67		0,66		0,40		0,59		0,61		0,65	
		V2	0,35		0,66		0,78		0,69		0,34		0,62		0,70		0,67		0,37		0,60		0,63		0,66		0,47		0,60		0,61		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,19		0,45		0,59		0,57		0,15		0,44		0,53		0,58		0,22		0,48		0,51		0,59		0,38		0,54		0,55		0,61	
		V2	0,20		0,47		0,54		0,59		0,25		0,49		0,52		0,60		0,33		0,52		0,53		0,61		0,45		0,57		0,57		0,62	
V1-D. Incolor			4,9	95,1	48,0	52,0	33,9	66,1	83,5	16,5	23,5	76,5	61,9	38,1	47,9	52,1	88,2	11,8	59,9	40,1	76,8	23,2	66,0	34,0	92,7	7,3	87,8	12,2	90,5	9,5	85,4	14,6	96,7	3,3
V2-D. LOW-E SGG			32,2	67,8	64,5	35,5	50,6	49,4	88,8	11,2	56,3	43,7	75,0	25,0	63,4	36,6	92,1	7,9	78,1	21,9	85,2	14,8	77,4	22,6	95,1	4,9	92,6	7,4	93,7	6,3	90,5	9,5	97,6	2,4
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,42		0,88		0,99		0,78		0,36		0,77		0,84		0,73		0,37		0,68		0,71		0,68		0,44		0,62		0,63		0,65	
		V2	0,37		0,74		0,81		0,72		0,38		0,68		0,73		0,69		0,41		0,64		0,66		0,66		0,49		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,26		0,66		0,86		0,71		0,25		0,61		0,74		0,68		0,30		0,58		0,65		0,66		0,42		0,59		0,61		0,65	
		V2	0,28		0,62		0,73		0,69		0,32		0,60		0,66		0,67		0,38		0,60		0,62		0,66		0,48		0,61		0,61		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,12		0,44		0,56		0,57		0,16		0,45		0,52		0,59		0,26		0,49		0,53		0,60		0,42		0,56		0,56		0,62	
		V2	0,21		0,48		0,53		0,60		0,27		0,50		0,53		0,60		0,36		0,54		0,55		0,61		0,48		0,58		0,58		0,62	
V1-D. Incolor			21,9	78,1	59,5	40,5	43,2	56,8	85,9	14,1	50,2	49,8	71,2	28,8	56,8	43,2	89,9	10,1	77,8	22,2	82,9	17,1	72,8	27,2	93,7	6,3	93,5	6,5	92,9	7,1	88,6	11,4	97,0	3,0
V2-D. LOW-E SGG			58,0	42,0	73,6	26,4	59,6	40,4	90,4	9,6	75,8	24,2	81,7	18,3	70,9	29,1	93,2	6,8	88,7	11,3	89,2	10,8	82,3	17,7	95,7	4,3	96,1	3,9	95,3	4,7	92,6	7,4	97,8	2,2
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,33		0,78		0,86		0,76		0,33		0,71		0,76		0,72		0,38		0,65		0,68		0,68		0,47		0,62		0,62		0,65	
		V2	0,35		0,69		0,74		0,71		0,38		0,66		0,69		0,68		0,43		0,63		0,64		0,66		0,51		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,24		0,62		0,78		0,70		0,27		0,60		0,70		0,68		0,34		0,59		0,64		0,66		0,46		0,60		0,61		0,65	
		V2	0,31		0,61		0,69		0,68		0,35		0,60		0,64		0,67		0,42		0,60		0,62		0,66		0,51		0,61		0,61		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,16		0,45		0,55		0,58		0,23		0,48		0,53		0,59		0,33		0,52		0,54		0,60		0,46		0,57		0,57		0,62	
		V2	0,27		0,50		0,54		0,60		0,34		0,53		0,55		0,61		0,42		0,56		0,56		0,62		0,51		0,59		0,59		0,63	
V1-D. Incolor			59,3	40,7	71,8	28,2	54,9	45,1	88,5	11,5	77,3	22,7	80,3	19,7	66,8	33,2	91,7	8,3	89,9	10,1	88,3	11,7	79,6	20,4	94,8	5,2	96,6	3,4	95,0	5,0	91,5	8,5	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			81,1	18,9	82,1	17,9	69,3	30,7	92,2	7,8	89,2	10,8	87,6	12,4	78,3	21,7	94,4	5,6	94,5	5,5	92,6	7,4	87,0	13,0	96,4	3,6	97,8	2,2	96,6	3,4	94,5	5,5	98,1	1,9
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,35		0,72		0,78		0,75		0,38		0,68		0,71		0,71		0,44		0,64		0,66		0,67		0,51		0,62		0,62		0,65	
		V2	0,40		0,67		0,70		0,70		0,44		0,64		0,66		0,68		0,49		0,63		0,63		0,66		0,54		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,30		0,61		0,73		0,70		0,35		0,60		0,68		0,68		0,43		0,60		0,64		0,66		0,52		0,61		0,62		0,65	
		V2	0,39		0,62		0,67		0,68		0,43		0,61		0,64		0,67		0,49		0,62		0,62		0,66		0,55		0,62		0,62		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,26		0,48		0,56		0,60		0,33		0,51		0,55		0,60		0,41		0,55		0,57		0,61		0,51		0,59		0,59		0,62	
		V2	0,36		0,53		0,56		0,61		0,42		0,55		0,57		0,62		0,48		0,58		0,58		0,62		0,55		0,60		0,60		0,63	
V1-D. Incolor			84,3	15,7	81,9	18,1	66,4	33,6	91,0	9,0	90,3	9,7	87,4	12,6	75,9	24,1	93,5	6,5	94,8	5,2	92,3	7,7	85,4	14,6	95,8	4,2	97,7	2,3	96,5	3,5	93,9	6,1	97,8	2,2
V2-D. LOW-E SGG			91,5	8,5	88,5	11,5	77,9	22,1	93,8	6,2	94,5	5,5	91,9	8,1	84,5	15,5	95,6	4,4	96,7	3,3	95,0	5,0	90,8	9,2	97,1	2,9	98,4	1,6	97,6	2,4	95,9	4,1	98,4	1,6

4.3.3.2 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Interior** junto ao envidraçado

- Em linhas gerais foi possível identificar dois conjuntos de soluções com base nos resultados observados (dois conjuntos de soluções presentes nas secções da Matriz que agregam tipos de protecções interiores do tipo portada):
A-) Soluções com massa equivalente I e II associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.



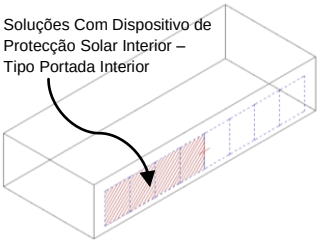
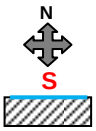


Figura 4.68: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Interior (tipo portada) junto ao envidraçado.

Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.

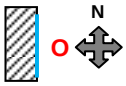
- No grupo de soluções A-), somente algumas soluções da Matriz tendem a não apresentar situação crítica relativamente as condições interiores, as quais podem conduzir a um maior dispêndio de energia; ou seja somente algumas soluções tendem a não apresentar Temp. Med Max superior a 30°C (na Estação Quente, Verão) e/ou Temp Med Min inferior a 13°C (na estação Fria, Inverno).

As soluções que não apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:



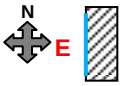
- Soluções a Sul quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado superior a 60% da fachada, com palas de 0.60m-1.90m, com os diferentes tipos de portadas associadas a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (PortadaI com Rph=0.8, PortadaII com RphNocI, PortadaIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2). Com área de envidraçado de 40% da fachada, com palas inferiores a 1.20m, com os diferentes tipos de portadas associadas a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (PortadaI com Rph=0.8, PortadaII com RphNocI, PortadaIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2). Com área de envidraçado correspondendo a 20% da fachada, com palas inferiores a 0.60m (principalmente sem palas), com os diferentes tipos de portadas associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (PortadaI com Rph=0.8, PortadaII com RphNocI, PortadaIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2), mas principalmente com V1-duplo incolor.
Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C (parcela necessidades de arrefecimento normalmente superior a 50% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de arrefecimento (estação quente); enquanto as demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar

Temp. Med. Min inferior a 13°C (parcela necessidades de aquecimento superior a 90% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria.)



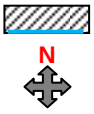
- Soluções a Oeste quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada, com palas de 0.60m, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com área de envidraçado correspondendo a 60% da fachada, sem palas, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com área de envidraçado de 40% da fachada, sem palas, com os diferentes tipos de portadas associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz, somente com vidro duplo incolor (V1).
Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 0.60m (maior preocupação com estação quente) e Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões superiores a 1.20m (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H22 ou Hab22, entretanto esta unidade apresenta parte dos seus envidraçados sem dispositivos de protecção (Apêndice I.2 do Anexo 4.1).

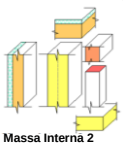


- Soluções a Este quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado de 80% da fachada, com palas de 0.60m-1.20m, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com área de envidraçado de 60% da fachada, sem palas ou com palas de 0.60m, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com 40% da fachada envidraçada, sem palas, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos tipos de vidros (V1 e V2).
Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 1.20m (maior preocupação com estação quente) e Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões de 1.90m (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Este com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H21 ou Hab21, entretanto esta unidade apresenta parte dos seus envidraçados sem dispositivos de protecção.

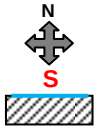


- Soluções a Norte independentemente da área de envidraçado e demais parâmetros presentes na Matriz proposta, mesmo tendo apresentado resultados até 25% melhores que a solução de referência, tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria). Para estas soluções a parcela correspondente as necessidades de aquecimento foram sempre superiores a 80% do total anual.

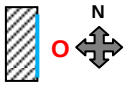


- <u>No grupo de soluções B-)</u> somente algumas soluções da Matriz tendem <u>a apresentar</u> situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um <u>maior dispêndio de energia</u>, ou seja somente algumas soluções tendem a apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

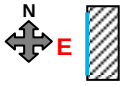
As soluções <u>que apresentam</u> Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:



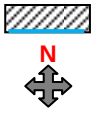
- Soluções a Sul (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada, sem palas, com PortadaI associada a Rph=0.8 e PortadaII associada a RphNocI, com ambos tipos de vidros mas principalmente com vidro duplo incolor (V1). Soluções a apresentarem maior dispêndio de energia na estação quente (Verão), com Temp. Med. Max superior a 30°C



- Soluções a Oeste (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com PortadaI associada a Rph=0.8 e V1/V2, e PortadaII associada a RphNocI e vidro duplo incolor (V1); apresentam maior dispêndio de energia na estação quente (Verão) com Temp. Med. Max superior a 30°C. Enquanto as soluções com área de envidraçado correspondendo a 20% da área da fachada, com palas de 1.90m, com os diferentes tipos de portadas associadas a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e ambos tipos de vidros (V1/V2); apresentam maior dispêndio de energia na estação fria com Temp. Med. Min inferior a 13°C.



- Soluções a Este (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada, com palas inferiores a 1.20m, com PortadaI associada a Rph=0.8 e V1/V2, com PortadaII associada a RphNocI e vidro duplo incolor (V1); apresentam maior dispêndio de energia na estação quente (Verão) com Temp. Med. Max superior a 30°C. E as soluções com área de envidraçado correspondendo a 20% da fachada, com palas de 1.90m, com os diferentes tipos de portadas associadas a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e vidros especiais (V2); apresentam maior dispêndio de energia na estação fria com Temp. Med. Min inferior a 13°C.



- Soluções a Norte (massa M2 e 60mm de isolamento): todas soluções com área de envidraçado inferior a 60% da fachada; bem como quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada associado a qualquer tipo de pala da matriz, com PortadaI associada a Rph=0.8 e com PortadaII associada a RphNocI, e ambos tipos de vidro duplos (V1 e V2); apresentam maior dispêndio de energia na estação fria com Temp. Med. Min inferior a 13°C.

As demais soluções da Matriz com presença de portada interior (principalmente quando com massa equivalente M2 e M3 associado a 100mm de isolamento) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do que o apresentado na Secção da Matriz correspondente ao ModeloI Cobertura sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado. Desta forma ao estabelecer comparação entre as Secções da Matriz (sem dispositivo e com dispositivo interior) fica evidenciando de alguma forma a importância da presença de um dispositivo de protecção, mesmo este sendo interior.

Observações gerais:
A seguir quadros resumo, que demonstram em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo1 Cobertura com portada interior, correspondente ao conjunto A-) e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

	80% env	60% env	40% env	20% env
Sul	20% a 70%	30% a 65%	30% a 60%	20% a 40%
Oeste	até 35%	até 35%	até 30%	10% a 25%
Este	até 25%	até 25%	até 25%	10% a 25%
Norte	até 20%	até 20%	5% a 20%	10% a 20%

Figura 4.69: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 1- Cobertura com dispositivo Interior (conjunto A-)).

A seguir uma tabela resumo, a qual demonstra em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo1 Cobertura com portada interior, correspondente ao conjunto B-) e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

	80% env	60% env	40% env	20% env
Sul	30% a 85%	40% a 85%	45% a 75%	35% a 60%
Oeste	até 55%	10%-55%	20%-50%	30%-45%
Este	até 45%	até 45%	15%- 50%	25%-45%
Norte	até 45%	20%-40%	20%-40%	25%-35%

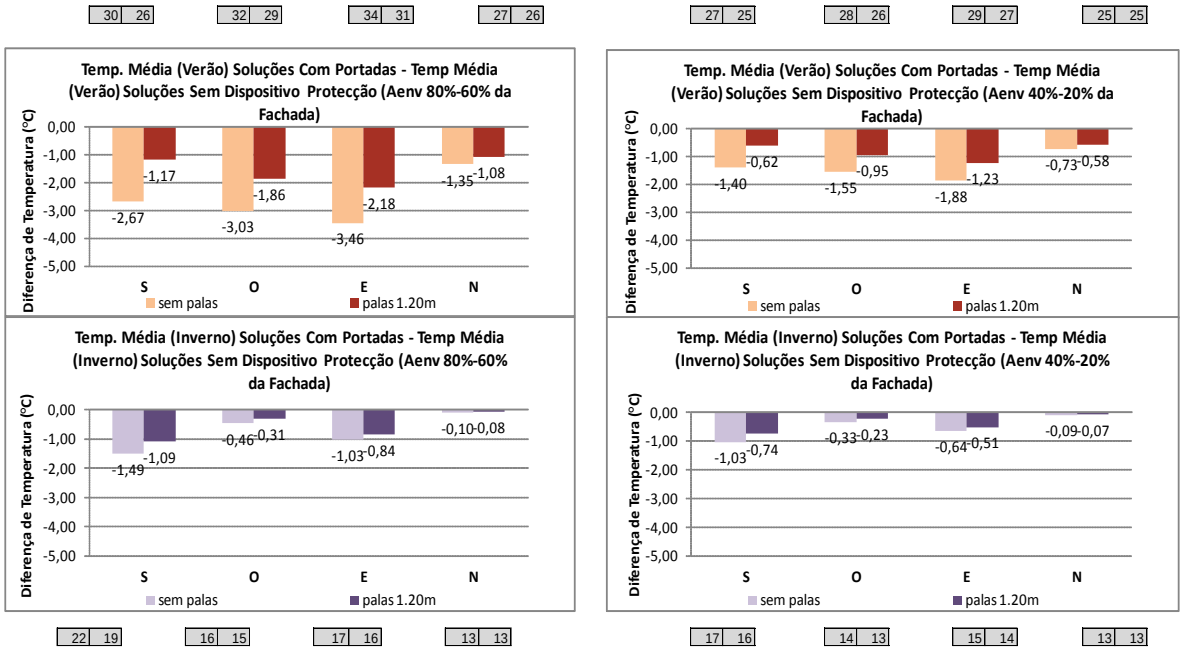
Figura 4.70: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 1- Cobertura com dispositivo Interior (conjunto B-)).

A medida que a área de envidraçado foi sendo reduzida, os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias indicados na tabela) foi sendo menor; enquanto os referentes ao limite mínimo (valores percentuais mínimos) aumentaram. Desta forma, foram as soluções com área de envidraçado correspondente a 80% da fachada a demonstrarem os maiores valores (Figura 4.70), referente aos limites máximos de melhorias; bem como os menores valores de melhorias referentes aos limites mínimos; isto sempre comparativamente com a solução de referência. Portanto mesmo tendo sido obtido resultados não muito favoráveis para soluções com esta área de envidraçado (80% da fachada) sob diferentes orientações, rapidamente ao ter sido alterado um ou mais parâmetros obteve-se resultados até 85% melhores que a solução de referência (dependendo da orientação).

Para todas as soluções com área de envidraçado inferior a 40% do envidraçado (independentemente da orientação), bem como para todas soluções da Matriz com orientação Norte; as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento (parcela de aquecimento para estas soluções correspondendo a mais de 60% do total anual), ou seja, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (mesmo tendo ou não observado situações críticas ao longo do ano para estas).

Para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, nas orientações Sul, Oeste e Este; a medida que a largura das palas foi sendo maior, a parcela referente as necessidades de arrefecimento foi diminuindo enquanto a parcela de aquecimento aumentava.

<u>Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção interior (portada interior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:</u>



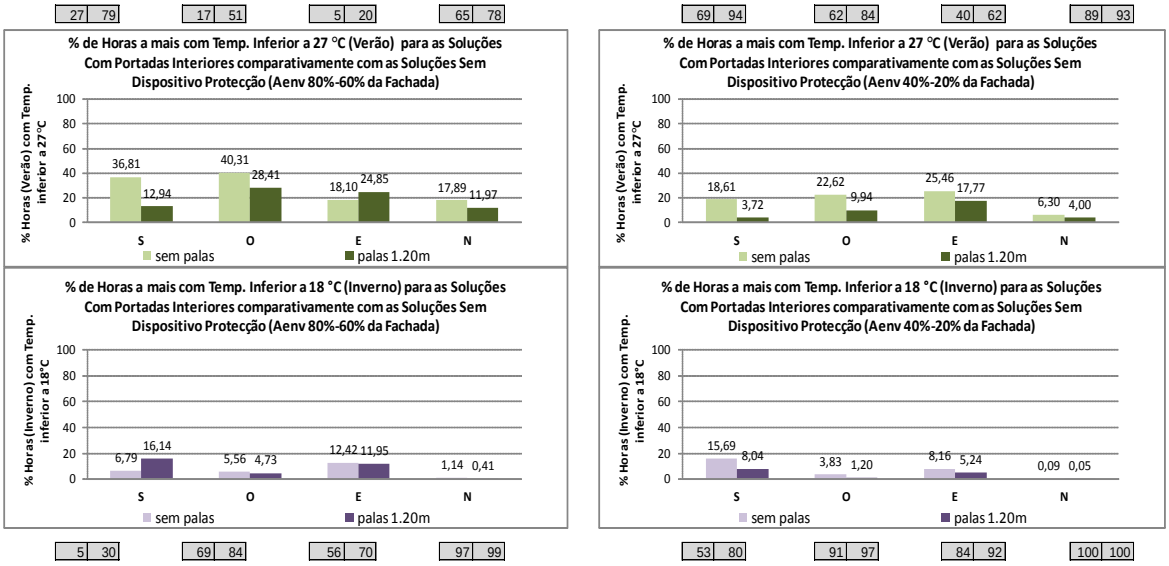
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.71: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Interior, Modelo1-Cobertura.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Este, posteriormente a as orientadas a Oeste e a Sul. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 0,5°C e 3,5°C;

bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de 5% a 40% do tempo.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul, posteriormente a as orientadas a Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 1,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 15% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.72: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Interior, Modelo1-Cobertura.

Nos gráficos da figura acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter mais 35% das horas com temperatura inferior a 27°C (total aproximadamente 65% do tempo com temperaturas inferiores a 27°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 17% das horas com temperatura inferior a 27°C para 57%; a orientada a Este de 5% passou para 25%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção interior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 27°C.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas, quando sem dispositivo de protecção apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 5% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter 10% das horas com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 70% das horas com temperatura inferior a 18°C para 75%; a orientada a Este de 55% passou para 70%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção interior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C (mais de 95% do tempo).

- A solução a Sul com 20%-40% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 55% do tempo, entretanto com a

introdução de um dispositivo de protecção interior (portadaII Matriz) passou a ter mais 15% das horas com temperatura inferior a 18°C (total aproximadamente 70% do tempo com temperaturas inferiores a 18°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 90% das horas com temperatura inferior a 18°C para 95%; a orientada a Este de 85% passou para 95%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C praticamente de 100%.

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção interior do tipo portadaII , e que este dispositivo estaria parcialmente aberto durante o Dia (horas de Sol) cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 50% do mesmo.

Com Portada Interior

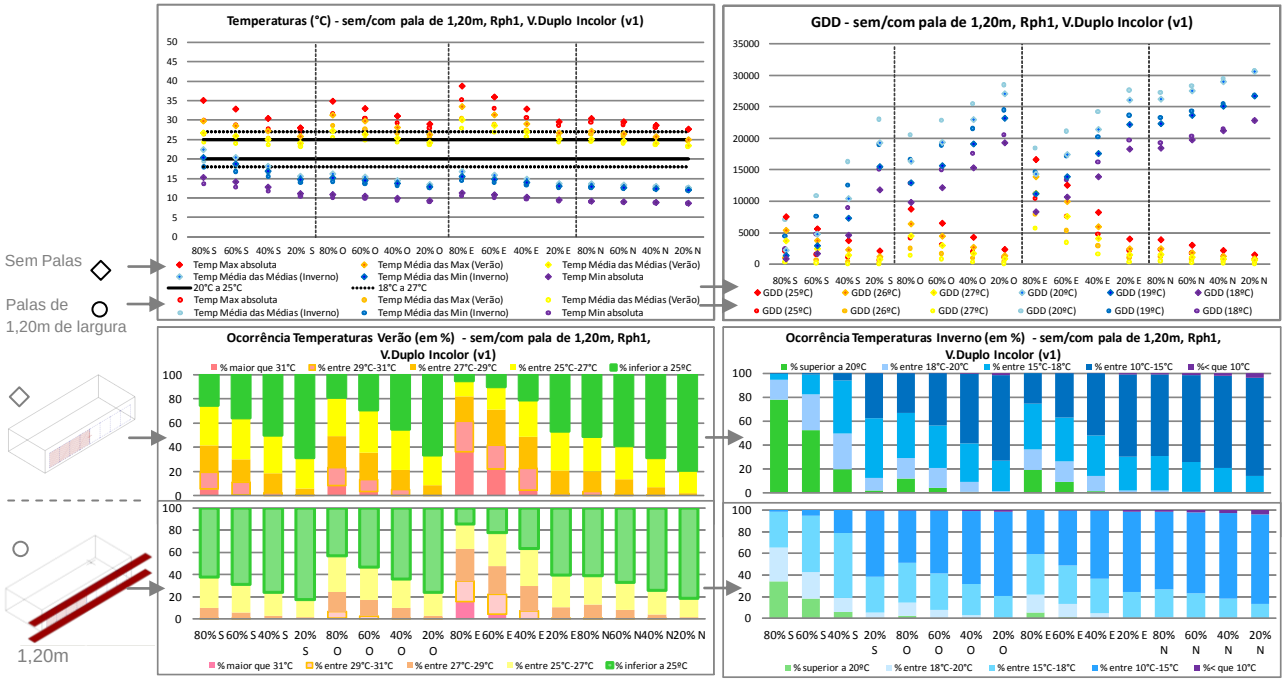


Figura 4.73: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior.

Verão:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1°C a 2,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 0,5°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 10%-35% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a 3°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 30%-40% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-25% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 0,5°C a 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas

soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 10%-20% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a 3,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1,5°C a 2 °C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 20%-25% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C. Obs: Ao introduzir portada interior nas soluções a Este, as quais inicialmente não dispunham de qualquer dispositivo de protecção junto ao envidraçado, verifica-se uma descida nos valores da temperatura interior destas; entretanto estas soluções quando apresentam área de envidraçado superior a 60% da fachada associado a palas de pequenas dimensões (ou até mesmo sem palas) esta redução na temperatura não é suficiente para observar um maior número de horas (nesta estação) com temperaturas inferiores a 27°C; o que pode ser confirmado através do gráfico % de horas a mais com temp inferior a 27°C para soluções a Este sem palas e com Aenv superior a 60% da fachada.

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada; e principalmente sob as orientações Sul e Oeste.

Inverno:

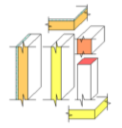
Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de até mais 5%-15% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-15% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 5% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 1% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

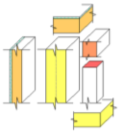
Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 10% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5%-10% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).



Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,78		1,18		1,09		1,01		0,70		1,07		1,01		0,97		0,67		0,98		0,95		0,94		0,71		0,91		0,90		0,92	
		V2	0,70		1,01		0,97		0,95		0,69		0,96		0,94		0,93		0,71		0,92		0,91		0,92		0,75		0,89		0,89		0,91	
	Rph Noc I	V1	0,50		0,86		0,85		0,92		0,49		0,83		0,83		0,91		0,54		0,82		0,83		0,90		0,66		0,84		0,85		0,90	
		V2	0,52		0,82		0,82		0,89		0,55		0,82		0,82		0,89		0,62		0,83		0,84		0,89		0,72		0,85		0,85		0,90	
	Rph Noc II	V1	0,46		0,81		0,90		0,90		0,45		0,79		0,86		0,89		0,50		0,79		0,83		0,88		0,63		0,81		0,83		0,88	
		V2	0,48		0,78		0,83		0,87		0,52		0,78		0,82		0,87		0,59		0,80		0,82		0,87		0,69		0,83		0,83		0,88	
V1-D. Incolor			34,0	66,0	59,7	40,3	61,8	38,2	85,9	14,1	51,5	48,5	69,1	30,9	70,2	29,8	88,6	11,4	70,7	29,3	78,9	21,1	78,9	21,1	91,2	8,8	85,8	14,2	88,0	12,0	87,2	12,8	93,7	6,3
V2-D. LOW-E SGG			59,3	40,7	73,0	27,0	73,5	26,5	89,2	10,8	71,5	28,5	79,4	20,6	79,3	20,7	91,1	8,9	81,7	18,3	85,4	14,6	84,9	15,1	92,8	7,2	89,5	10,5	90,8	9,2	89,9	10,1	94,4	5,6
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,62		1,12		1,03		1,00		0,59		1,03		0,98		0,96		0,61		0,95		0,93		0,94		0,69		0,90		0,89		0,91	
		V2	0,61		0,98		0,94		0,94		0,63		0,94		0,92		0,93		0,67		0,91		0,90		0,91		0,74		0,88		0,88		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,43		0,84		0,83		0,92		0,46		0,82		0,83		0,91		0,52		0,82		0,83		0,90		0,66		0,84		0,85		0,90	
		V2	0,49		0,81		0,82		0,89		0,54		0,82		0,82		0,89		0,62		0,83		0,84		0,89		0,72		0,85		0,86		0,89	
	Rph Noc II	V1	0,40		0,80		0,89		0,90		0,42		0,78		0,85		0,89		0,50		0,79		0,83		0,88		0,64		0,82		0,83		0,88	
		V2	0,46		0,78		0,83		0,87		0,51		0,78		0,82		0,87		0,60		0,80		0,82		0,87		0,70		0,83		0,84		0,87	
V1-D. Incolor			44,1	55,9	64,3	35,7	66,6	33,4	86,9	13,1	61,2	38,8	72,8	27,2	74,0	26,0	89,3	10,7	77,6	22,4	81,4	18,6	81,6	18,4	91,6	8,4	88,9	11,1	89,2	10,8	88,7	11,3	93,9	6,1
V2-D. LOW-E SGG			68,3	31,7	76,3	23,7	77,0	23,0	89,9	10,1	78,3	21,7	81,9	18,1	82,0	18,0	91,5	8,5	86,1	13,9	87,1	12,9	86,7	13,3	93,1	6,9	91,6	8,4	91,6	8,4	90,9	9,1	94,5	5,5
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,51		1,04		0,96		0,99		0,53		0,98		0,93		0,96		0,59		0,92		0,90		0,93		0,70		0,89		0,88		0,91	
		V2	0,56		0,94		0,90		0,94		0,60		0,91		0,89		0,92		0,67		0,89		0,88		0,91		0,75		0,88		0,88		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,41		0,83		0,84		0,92		0,46		0,83		0,83		0,91		0,55		0,83		0,84		0,90		0,68		0,85		0,86		0,90	
		V2	0,50		0,82		0,83		0,90		0,56		0,83		0,84		0,89		0,64		0,84		0,85		0,89		0,74		0,86		0,86		0,89	
	Rph Noc II	V1	0,39		0,80		0,89		0,90		0,44		0,79		0,86		0,89		0,53		0,80		0,85		0,88		0,66		0,83		0,84		0,88	
		V2	0,48		0,79		0,84		0,88		0,54		0,80		0,84		0,87		0,62		0,81		0,84		0,87		0,72		0,84		0,84		0,87	
V1-D. Incolor			63,6	36,4	71,6	28,4	74,0	26,0	88,3	11,7	75,9	24,1	78,4	21,6	79,7	20,3	90,3	9,7	85,5	14,5	84,9	15,1	85,3	14,7	92,3	7,7	91,7	8,3	90,8	9,2	90,4	9,6	94,2	5,8
V2-D. LOW-E SGG			80,3	19,7	81,1	18,9	82,0	18,0	90,8	9,2	85,9	14,1	85,3	14,7	85,6	14,4	92,2	7,8	90,2	9,8	89,2	10,8	89,0	11,0	93,5	6,5	93,3	6,7	92,7	7,3	92,1	7,9	94,7	5,3
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,54		0,97		0,93		0,98		0,58		0,93		0,91		0,95		0,65		0,90		0,89		0,93		0,74		0,88		0,88		0,91	
		V2	0,62		0,91		0,89		0,93		0,66		0,89		0,89		0,92		0,72		0,88		0,88		0,91		0,78		0,88		0,88		0,90	
	Rph Noc I	V1	0,48		0,84		0,85		0,93		0,54		0,84		0,85		0,91		0,63		0,85		0,86		0,90		0,73		0,86		0,87		0,90	
		V2	0,58		0,83		0,85		0,90		0,64		0,84		0,85		0,90		0,70		0,85		0,86		0,89		0,78		0,87		0,87		0,89	
	Rph Noc II	V1	0,46		0,81		0,90		0,91		0,52		0,81		0,88		0,90		0,61		0,82		0,86		0,89		0,72		0,84		0,86		0,88	
		V2	0,56		0,80		0,86		0,88		0,62		0,81		0,85		0,88		0,69		0,83		0,85		0,88		0,76		0,84		0,85		0,87	
V1-D. Incolor			81,8	18,2	79,4	20,6	81,2	18,8	89,9	10,1	86,5	13,5	84,0	16,0	85,0	15,0	91,5	8,5	90,3	9,7	88,4	11,6	88,7	11,3	93,0	7,0	93,4	6,6	92,4	7,6	92,0	8,0	94,5	5,5
V2-D. LOW-E SGG			87,9	12,1	85,8	14,2	86,4	13,6	91,8	8,2	90,4	9,6	88,6	11,4	88,8	11,2	92,9	7,1	92,5	7,5	91,3	8,7	91,1	8,9	93,9	6,1	94,3	5,7	93,6	6,4	93,1	6,9	95,0	5,0

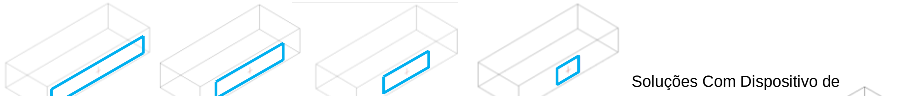


Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

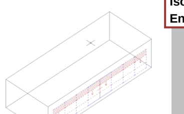
H9 H8/H12+

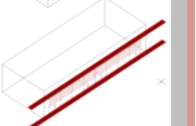
			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,74		1,14		1,05		0,96		0,65		1,03		0,97		0,93		0,62		0,93		0,90		0,90		0,67		0,86		0,86		0,88	
		V2	0,65		0,97		0,93		0,90		0,64		0,91		0,89		0,89		0,66		0,87		0,86		0,88		0,71		0,85		0,85		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,45		0,81		0,80		0,87		0,44		0,78		0,79		0,87		0,49		0,78		0,79		0,86		0,61		0,80		0,80		0,86	
		V2	0,46		0,77		0,77		0,85		0,50		0,77		0,78		0,85		0,57		0,78		0,79		0,85		0,67		0,81		0,81		0,86	
	Rph Noc II	V1	0,40		0,76		0,86		0,86		0,40		0,74		0,81		0,85		0,45		0,74		0,79		0,84		0,58		0,77		0,79		0,84	
		V2	0,43		0,73		0,78		0,83		0,47		0,73		0,78		0,83		0,54		0,75		0,78		0,84		0,65		0,78		0,79		0,84	
V1-D. Incolor			29,1	70,9	58,8	41,2	61,0	39,0	86,7	13,3	48,5	51,5	69,0	31,0	70,0	30,0	89,5	10,5	70,3	29,7	79,4	20,6	79,4	20,6	92,2	7,8	86,6	13,4	88,9	11,1	88,1	11,9	94,7	5,3
V2-D. LOW-E SGG			57,6	42,4	73,1	26,9	73,6	26,4	90,2	9,8	71,1	28,9	79,9	20,1	79,8	20,2	92,1	7,9	82,4	17,6	86,3	13,7	85,6	14,4	93,8	6,2	90,4	9,6	91,8	8,2	90,8	9,2	95,4	4,6
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,57		1,08		0,99		0,95		0,54		0,99		0,93		0,92		0,56		0,91		0,88		0,89		0,65		0,85		0,85		0,87	
		V2	0,56		0,94		0,90		0,90		0,58		0,89		0,87		0,88		0,62		0,86		0,85		0,87		0,70		0,84		0,84		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,38		0,79		0,79		0,87		0,40		0,77		0,78		0,87		0,48		0,78		0,79		0,86		0,61		0,80		0,81		0,86	
		V2	0,44		0,76		0,77		0,85		0,49		0,77		0,78		0,85		0,57		0,79		0,79		0,85		0,68		0,81		0,81		0,85	
	Rph Noc II	V1	0,35		0,75		0,84		0,86		0,37		0,73		0,81		0,85		0,45		0,74		0,79		0,84		0,59		0,77		0,79		0,84	
		V2	0,41		0,73		0,78		0,83		0,46		0,74		0,78		0,83		0,55		0,76		0,78		0,83		0,66		0,79		0,80		0,84	
V1-D. Incolor			39,3	60,7	63,7	36,3	66,0	34,0	87,7	12,3	59,0	41,0	72,9	27,1	74,1	25,9	90,2	9,8	77,7	22,3	82,1	17,9	82,2	17,8	92,6	7,4	89,9	10,1	90,2	9,8	89,6	10,4	94,8	5,2
V2-D. LOW-E SGG			67,2	32,8	76,7	23,3	77,3	22,7	90,9	9,1	78,5	21,5	82,5	17,5	82,6	17,4	92,5	7,5	86,9	13,1	88,0	12,0	87,6	12,4	94,1	5,9	92,7	7,3	92,6	7,4	91,9	8,1	95,5	4,5
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,46		0,99		0,92		0,95		0,48		0,93		0,88		0,92		0,54		0,88		0,86		0,89		0,65		0,85		0,84		0,87	
		V2	0,51		0,89		0,86		0,89		0,56		0,87		0,85		0,88		0,62		0,85		0,84		0,87		0,70		0,84		0,84		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,36		0,79		0,79		0,88		0,41		0,78		0,79		0,87		0,50		0,79		0,80		0,86		0,64		0,81		0,82		0,86	
		V2	0,45		0,77		0,78		0,86		0,52		0,78		0,79		0,85		0,60		0,80		0,80		0,85		0,70		0,82		0,82		0,85	
	Rph Noc II	V1	0,34		0,75		0,84		0,86		0,39		0,74		0,82		0,85		0,48		0,76		0,80		0,85		0,62		0,78		0,80		0,84	
		V2	0,43		0,74		0,80		0,84		0,49		0,75		0,79		0,84		0,58		0,77		0,79		0,84		0,68		0,80		0,80		0,84	
V1-D. Incolor			61,4	38,6	71,6	28,4	74,0	26,0	89,2	10,8	75,6	24,4	78,8	21,2	80,1	19,9	91,3	8,7	86,3	13,7	85,7	14,3	86,0	14,0	93,3	6,7	92,9	7,1	91,8	8,2	91,4	8,6	95,2	4,8
V2-D. LOW-E SGG			80,6	19,4	81,7	18,3	82,6	17,4	91,8	8,2	86,8	13,2	86,2	13,8	86,4	13,6	93,2	6,8	91,2	8,8	90,2	9,8	90,0	10,0	94,5	5,5	94,5	5,5	93,7	6,3	93,0	7,0	95,7	4,3
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,49		0,93		0,89		0,94		0,53		0,89		0,87		0,91		0,60		0,86		0,85		0,89		0,70		0,84		0,84		0,87	
		V2	0,57		0,86		0,85		0,89		0,61		0,85		0,84		0,88		0,67		0,84		0,84		0,87		0,74		0,84		0,84		0,86	
	Rph Noc I	V1	0,43		0,79		0,81		0,89		0,50		0,79		0,81		0,88		0,58		0,80		0,82		0,87		0,69		0,82		0,83		0,86	
		V2	0,54		0,79		0,80		0,86		0,59		0,80		0,81		0,86		0,66		0,81		0,82		0,85		0,73		0,82		0,83		0,85	
	Rph Noc II	V1	0,41		0,76		0,86		0,87		0,48		0,76		0,84		0,86		0,57		0,78		0,82		0,85		0,67		0,80		0,82		0,84	
		V2	0,52		0,76		0,82		0,84		0,58		0,77		0,81		0,84		0,64		0,79		0,81		0,84		0,72		0,81		0,81		0,84	
V1-D. Incolor			82,3	17,7	79,8	20,2	81,7	18,3	90,8	9,2	87,4	12,6	84,8	15,2	85,7	14,3	92,4	7,6	91,4	8,6	89,3	10,7	89,5	10,5	94,0	6,0	94,5	5,5	93,3	6,7	93,0	7,0	95,5	4,5
V2-D. LOW-E SGG			88,9	11,1	86,6	13,4	87,2	12,8	92,8	7,2	91,5	8,5	89,6	10,4	89,7	10,3	93,9	6,1	93,7	6,3	92,2	7,8	92,0	8,0	94,9	5,1	95,4	4,6	94,6	5,4	94,1	5,9	95,9	4,1

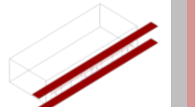
Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior



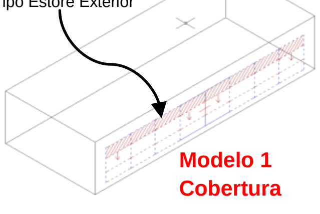
			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,67		1,04		0,94		0,85		0,56		0,91		0,85		0,81		0,51		0,81		0,78		0,78		0,55		0,73		0,73		0,75	
		V2	0,55		0,86		0,82		0,79		0,53		0,80		0,77		0,77		0,54		0,75		0,74		0,75		0,59		0,72		0,71		0,74	
	Rph Noc I	V1	0,37		0,71		0,69		0,77		0,34		0,67		0,67		0,75		0,38		0,65		0,66		0,74		0,49		0,67		0,68		0,74	
		V2	0,37		0,66		0,66		0,75		0,40		0,65		0,66		0,74		0,46		0,66		0,67		0,74		0,56		0,69		0,69		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,33		0,66		0,75		0,75		0,30		0,63		0,69		0,74		0,35		0,62		0,67		0,73		0,47		0,65		0,67		0,72	
		V2	0,33		0,62		0,67		0,73		0,36		0,62		0,66		0,73		0,44		0,64		0,66		0,72		0,54		0,67		0,68		0,72	
V1-D. Incolor			19,8	80,2	55,7	44,3	58,7	41,3	87,5	12,5	40,5	59,5	67,2	32,8	68,9	31,1	90,5	9,5	67,7	32,3	79,3	20,7	79,9	20,1	93,4	6,6	87,8	12,2	90,2	9,8	89,8	10,2	96,0	4,0
V2-D. LOW-E SGG			52,5	47,5	72,3	27,7	73,4	26,6	91,5	8,5	69,2	30,8	80,1	19,9	80,5	19,5	93,4	6,6	83,0	17,0	87,3	12,7	87,1	12,9	95,2	4,8	92,3	7,7	93,4	6,6	92,8	7,2	96,8	3,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,50		0,98		0,89		0,85		0,45		0,87		0,82		0,81		0,45		0,79		0,76		0,77		0,53		0,72		0,72		0,74	
		V2	0,46		0,82		0,78		0,79		0,47		0,77		0,75		0,77		0,51		0,73		0,73		0,75		0,58		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,30		0,69		0,67		0,77		0,31		0,66		0,66		0,75		0,37		0,65		0,66		0,74		0,50		0,68		0,68		0,74	
		V2	0,34		0,65		0,66		0,75		0,39		0,65		0,66		0,74		0,46		0,67		0,67		0,74		0,57		0,69		0,69		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,27		0,64		0,73		0,75		0,28		0,62		0,69		0,74		0,34		0,62		0,67		0,73		0,48		0,65		0,67		0,72	
		V2	0,31		0,62		0,67		0,73		0,36		0,63		0,66		0,73		0,44		0,64		0,67		0,72		0,55		0,67		0,68		0,72	
V1-D. Incolor			29,3	70,7	61,3	38,7	64,4	35,6	88,7	11,3	52,0	48,0	71,7	28,3	73,6	26,4	91,3	8,7	76,0	24,0	82,3	17,7	82,9	17,1	93,9	6,1	91,3	8,7	91,5	8,5	91,3	8,7	96,2	3,8
V2-D. LOW-E SGG			63,5	36,5	76,4	23,6	77,6	22,4	92,2	7,8	77,5	22,5	83,0	17,0	83,5	16,5	93,9	6,1	87,8	12,2	89,1	10,9	89,1	10,9	95,5	4,5	94,4	5,6	94,2	5,8	93,8	6,2	96,9	3,1
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,37		0,89		0,81		0,84		0,38		0,82		0,77		0,80		0,43		0,76		0,73		0,77		0,53		0,72		0,71		0,74	
		V2	0,41		0,78		0,75		0,78		0,45		0,75		0,73		0,76		0,51		0,72		0,72		0,75		0,59		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,68		0,68		0,78		0,31		0,66		0,68		0,76		0,39		0,67		0,68		0,75		0,52		0,69		0,69		0,74	
		V2	0,35		0,66		0,67		0,75		0,41		0,67		0,68		0,74		0,49		0,68		0,69		0,74		0,59		0,70		0,70		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,26		0,64		0,73		0,76		0,29		0,63		0,70		0,75		0,37		0,64		0,68		0,73		0,51		0,67		0,69		0,72	
		V2	0,33		0,63		0,69		0,74		0,39		0,64		0,68		0,73		0,47		0,66		0,68		0,73		0,57		0,68		0,69		0,72	
V1-D. Incolor			55,4	44,6	70,4	29,6	73,6	26,4	90,3	9,7	73,1	26,9	78,5	21,5	80,4	19,6	92,4	7,6	86,9	13,1	86,4	13,6	87,2	12,8	94,6	5,4	94,5	5,5	93,2	6,8	93,1	6,9	96,5	3,5
V2-D. LOW-E SGG			80,2	19,8	82,2	17,8	83,5	16,5	93,2	6,8	87,8	12,2	87,1	12,9	87,7	12,3	94,6	5,4	92,9	7,1	91,5	8,5	91,6	8,4	95,9	4,1	96,2	3,8	95,2	4,8	94,9	5,1	97,1	2,9
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,39		0,82		0,78		0,83		0,43		0,77		0,75		0,80		0,49		0,74		0,73		0,77		0,58		0,72		0,72		0,74	
		V2	0,46		0,75		0,74		0,78		0,50		0,73		0,73		0,76		0,56		0,72		0,72		0,75		0,62		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc I	V1	0,34		0,68		0,70		0,78		0,39		0,68		0,70		0,77		0,48		0,68		0,70		0,75		0,58		0,70		0,71		0,74	
		V2	0,44		0,68		0,70		0,76		0,49		0,69		0,70		0,75		0,55		0,69		0,70		0,74		0,62		0,71		0,71		0,73	
	Rph Noc II	V1	0,32		0,65		0,75		0,77		0,38		0,65		0,73		0,75		0,46		0,66		0,71		0,74		0,57		0,68		0,70		0,73	
		V2	0,42		0,66		0,71		0,74		0,48		0,66		0,70		0,74		0,54		0,68		0,70		0,73		0,61		0,69		0,70		0,72	
V1-D. Incolor			82,8	17,2	79,9	20,1	82,3	17,7	91,9	8,1	88,6	11,4	85,4	14,6	86,8	13,2	93,6	6,4	93,0	7,0	90,5	9,5	91,0	9,0	95,3	4,7	96,2	3,8	94,8	5,2	94,7	5,3	96,8	3,2
V2-D. LOW-E SGG			90,6	9,4	87,7	12,3	88,6	11,4	94,2	5,8	93,3	6,7	90,9	9,1	91,3	8,7	95,3	4,7	95,4	4,6	93,7	6,3	93,7	6,3	96,4	3,6	97,0	3,0	96,1	3,9	95,9	4,1	97,3	2,7







Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Exterior – Tipo Estore Exterior



Modelo 1 Cobertura

Legenda

- 🟪 Temp. Med Min. Inferior a 13°C
- 🟥 Temp. Med Max. superior a 30°C
- 🟧

superior a 1

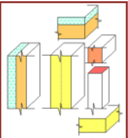
🟨 1

1= 7233,92 ' kWh

Solução de Referência

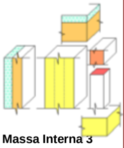
inferior a 1

- 🟩 entre 0.8 e 1
- 🟦 entre 0.6 e 0.8
- 🟦 entre 0.4 e 0.6
- ⬛ entre 0.2 e 0.4
- ⬜ entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,63		0,98		0,88		0,78		0,50		0,85		0,78		0,74		0,44		0,73		0,70		0,70		0,47		0,65		0,64		0,66	
		V2	0,49		0,79		0,74		0,72		0,46		0,72		0,69		0,70		0,47		0,67		0,65		0,67		0,51		0,63		0,63		0,66	
	Rph Noc I	V1	0,33		0,64		0,62		0,70		0,28		0,59		0,59		0,68		0,31		0,58		0,58		0,67		0,42		0,59		0,60		0,66	
		V2	0,30		0,59		0,59		0,68		0,33		0,58		0,58		0,67		0,39		0,59		0,59		0,66		0,49		0,61		0,61		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,29		0,59		0,68		0,69		0,25		0,55		0,62		0,67		0,28		0,55		0,59		0,66		0,40		0,57		0,59		0,65	
		V2	0,27		0,55		0,60		0,67		0,30		0,55		0,59		0,66		0,37		0,56		0,59		0,65		0,48		0,59		0,60		0,65	
V1-D. Incolor			13,1	86,9	53,3	46,7	56,9	43,1	88,1	11,9	33,2	66,8	65,7	34,3	68,1	31,9	91,2	8,8	65,0	35,0	79,1	20,9	80,2	19,8	94,2	5,8	88,8	11,2	91,1	8,9	91,1	8,9	97,0	3,0
V2-D. LOW-E SGG			47,7	52,3	71,7	28,3	73,2	26,8	92,4	7,6	67,3	32,7	80,2	19,8	80,9	19,1	94,3	5,7	83,3	16,7	88,1	11,9	88,2	11,8	96,2	3,8	93,7	6,3	94,5	5,5	94,3	5,7	97,8	2,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,45		0,92		0,82		0,78		0,39		0,80		0,74		0,73		0,39		0,71		0,68		0,70		0,45		0,64		0,64		0,66	
		V2	0,40		0,75		0,71		0,72		0,40		0,70		0,67		0,69		0,44		0,66		0,65		0,67		0,50		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,26		0,62		0,60		0,70		0,25		0,59		0,59		0,69		0,30		0,58		0,59		0,67		0,43		0,60		0,61		0,66	
		V2	0,28		0,58		0,59		0,68		0,32		0,58		0,59		0,67		0,39		0,59		0,60		0,66		0,50		0,61		0,62		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,23		0,58		0,66		0,69		0,22		0,55		0,62		0,67		0,28		0,55		0,59		0,66		0,41		0,58		0,60		0,65	
		V2	0,25		0,55		0,60		0,67		0,30		0,55		0,59		0,66		0,37		0,57		0,59		0,65		0,48		0,60		0,61		0,65	
V1-D. Incolor			21,2	78,8	59,4	40,6	63,1	36,9	89,4	10,6	45,1	54,9	70,7	29,3	73,1	26,9	92,1	7,9	74,2	25,8	82,3	17,7	83,4	16,6	94,8	5,2	92,3	7,7	92,4	7,6	92,5	7,5	97,2	2,8
V2-D. LOW-E SGG			59,7	40,3	76,1	23,9	77,7	22,3	93,1	6,9	76,4	23,6	83,4	16,6	84,2	15,8	94,8	5,2	88,5	11,5	90,0	10,0	90,1	9,9	96,5	3,5	95,7	4,3	95,3	4,7	95,2	4,8	97,9	2,1
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,33		0,82		0,74		0,77		0,32		0,74		0,69		0,73		0,36		0,68		0,65		0,69		0,46		0,64		0,63		0,66	
		V2	0,35		0,71		0,67		0,72		0,38		0,67		0,65		0,69		0,43		0,65		0,64		0,67		0,51		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,23		0,61		0,61		0,71		0,25		0,59		0,60		0,69		0,33		0,59		0,60		0,68		0,45		0,61		0,62		0,66	
		V2	0,29		0,59		0,61		0,69		0,35		0,60		0,61		0,68		0,42		0,61		0,61		0,67		0,52		0,62		0,62		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,21		0,57		0,67		0,70		0,24		0,56		0,63		0,68		0,31		0,57		0,61		0,66		0,44		0,59		0,61		0,65	
		V2	0,28		0,57		0,62		0,68		0,33		0,57		0,61		0,66		0,41		0,59		0,61		0,66		0,51		0,61		0,62		0,65	
V1-D. Incolor			50,0	50,0	69,4	30,6	73,2	26,8	91,0	9,0	70,4	29,6	78,3	21,7	80,7	19,3	93,3	6,7	87,3	12,7	86,9	13,1	88,1	11,9	95,5	4,5	95,8	4,2	94,2	5,8	94,4	5,6	97,5	2,5
V2-D. LOW-E SGG			79,6	20,4	82,5	17,5	84,1	15,9	94,1	5,9	88,5	11,5	87,8	12,2	88,7	11,3	95,5	4,5	94,1	5,9	92,5	7,5	92,8	7,2	96,9	3,1	97,4	2,6	96,3	3,7	96,3	3,7	98,1	1,9
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,33		0,75		0,71		0,76		0,36		0,70		0,68		0,73		0,42		0,66		0,65		0,69		0,51		0,64		0,64		0,66	
		V2	0,39		0,68		0,67		0,71		0,44		0,66		0,65		0,69		0,49		0,64		0,64		0,67		0,55		0,63		0,63		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,28		0,62		0,64		0,72		0,33		0,61		0,63		0,70		0,41		0,61		0,63		0,68		0,51		0,62		0,63		0,66	
		V2	0,37		0,61		0,63		0,69		0,43		0,62		0,63		0,68		0,48		0,62		0,63		0,67		0,55		0,63		0,63		0,66	
	Rph Noc II	V1	0,27		0,59		0,69		0,71		0,32		0,59		0,66		0,69		0,40		0,59		0,64		0,67		0,50		0,61		0,63		0,66	
		V2	0,36		0,59		0,65		0,68		0,41		0,60		0,63		0,67		0,48		0,61		0,63		0,66		0,55		0,62		0,63		0,65	
V1-D. Incolor			83,1	16,9	80,0	20,0	82,8	17,2	92,7	7,3	89,5	10,5	85,8	14,2	87,5	12,5	94,5	5,5	94,2	5,8	91,2	8,8	92,0	8,0	96,2	3,8	97,3	2,7	95,9	4,1	96,0	4,0	97,8	2,2
V2-D. LOW-E SGG			91,8	8,2	88,5	11,5	89,6	10,4	95,2	4,8	94,5	5,5	91,8	8,2	92,4	7,6	96,3	3,7	96,6	3,4	94,8	5,2	95,0	5,0	97,3	2,7	98,1	1,9	97,2	2,8	97,1	2,9	98,3	1,7



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80%								Area Envidraçado 60%								Area Envidraçado 40%								Area Envidraçado 20% fachada							
			A80 S		A80 O		A80 E		A80 N		A60 S		A60 O		A60 E		A60 N		A40 S		A40 O		A40 E		A40 N		A20 S		A20 O		A20 E		A20 N	
			N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V	N I	N V
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,62		0,97		0,87		0,77		0,49		0,84		0,77		0,73		0,43		0,72		0,69		0,69		0,46		0,64		0,63		0,65	
		V2	0,48		0,78		0,73		0,71		0,45		0,71		0,68		0,69		0,45		0,65		0,64		0,66		0,50		0,62		0,62		0,65	
	Rph Noc I	V1	0,32		0,63		0,61		0,69		0,26		0,58		0,57		0,67		0,29		0,56		0,57		0,66		0,41		0,58		0,59		0,65	
		V2	0,29		0,57		0,57		0,67		0,31		0,56		0,57		0,66		0,38		0,57		0,58		0,65		0,48		0,60		0,60		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,28		0,58		0,67		0,67		0,23		0,54		0,60		0,66		0,26		0,53		0,57		0,65		0,39		0,56		0,58		0,64	
		V2	0,25		0,53		0,59		0,65		0,28		0,53		0,57		0,65		0,35		0,55		0,57		0,64		0,46		0,58		0,59		0,64	
V1-D. Incolor			10,2	89,8	52,8	47,2	56,3	43,7	88,4	11,6	30,4	69,6	65,6	34,4	67,9	32,1	91,6	8,4	64,5	35,5	79,5	20,5	80,4	19,6	94,6	5,4	89,4	10,6	91,6	8,4	91,5	8,5	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			46,2	53,8	71,8	28,2	73,2	26,8	92,7	7,3	67,1	32,9	80,5	19,5	81,2	18,8	94,7	5,3	83,7	16,3	88,6	11,4	88,5	11,5	96,6	3,4	94,3	5,7	95,0	5,0	94,7	5,3	98,2	1,8
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,44		0,91		0,81		0,77		0,38		0,79		0,73		0,72		0,37		0,70		0,67		0,68		0,44		0,63		0,62		0,65	
		V2	0,38		0,74		0,70		0,71		0,39		0,69		0,66		0,68		0,42		0,64		0,63		0,66		0,49		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,24		0,60		0,59		0,69		0,23		0,57		0,57		0,67		0,29		0,56		0,57		0,66		0,41		0,59		0,59		0,65	
		V2	0,27		0,57		0,57		0,67		0,31		0,57		0,57		0,66		0,38		0,58		0,59		0,65		0,48		0,60		0,60		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,21		0,56		0,65		0,68		0,20		0,53		0,60		0,66		0,26		0,53		0,58		0,65		0,40		0,57		0,59		0,64	
		V2	0,24		0,53		0,59		0,66		0,28		0,54		0,58		0,65		0,36		0,56		0,58		0,64		0,47		0,59		0,59		0,64	
V1-D. Incolor			17,5	82,5	59,0	41,0	62,7	37,3	89,7	10,3	42,6	57,4	70,7	29,3	73,1	26,9	92,4	7,6	74,0	26,0	82,7	17,3	83,7	16,3	95,1	4,9	93,0	7,0	92,9	7,1	92,9	7,1	97,6	2,4
V2-D. LOW-E SGG			58,5	41,5	76,4	23,6	77,9	22,1	93,5	6,5	76,4	23,6	83,8	16,2	84,5	15,5	95,2	4,8	89,2	10,8	90,4	9,6	90,5	9,5	96,9	3,1	96,3	3,7	95,8	4,2	95,6	4,4	98,3	1,7
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,31		0,81		0,73		0,76		0,31		0,73		0,68		0,72		0,35		0,66		0,64		0,68		0,44		0,62		0,62		0,65	
		V2	0,33		0,70		0,66		0,70		0,36		0,66		0,64		0,68		0,42		0,63		0,62		0,66		0,50		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,22		0,59		0,59		0,70		0,24		0,58		0,59		0,68		0,31		0,58		0,59		0,66		0,44		0,60		0,61		0,65	
		V2	0,28		0,58		0,59		0,68		0,33		0,58		0,59		0,67		0,41		0,59		0,60		0,66		0,50		0,61		0,61		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,19		0,56		0,65		0,69		0,22		0,54		0,62		0,67		0,29		0,55		0,60		0,65		0,43		0,58		0,60		0,64	
		V2	0,26		0,55		0,60		0,66		0,32		0,56		0,60		0,65		0,39		0,58		0,60		0,65		0,50		0,60		0,61		0,64	
V1-D. Incolor			47,6	52,4	69,4	30,6	73,1	26,9	91,4	8,6	69,8	30,2	78,5	21,5	80,8	19,2	93,6	6,4	88,0	12,0	87,4	12,6	88,4	11,6	95,9	4,1	96,5	3,5	94,6	5,4	94,8	5,2	97,9	2,1
V2-D. LOW-E SGG			79,7	20,3	82,9	17,1	84,4	15,6	94,5	5,5	89,2	10,8	88,2	11,8	89,0	11,0	95,9	4,1	94,9	5,1	92,9	7,1	93,2	6,8	97,3	2,7	98,0	2,0	96,8	3,2	96,7	3,3	98,5	1,5
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,31		0,74		0,69		0,75		0,34		0,69		0,67		0,71		0,40		0,65		0,64		0,68		0,49		0,62		0,62		0,65	
		V2	0,38		0,67		0,66		0,70		0,42		0,65		0,64		0,68		0,47		0,63		0,63		0,66		0,54		0,62		0,62		0,64	
	Rph Noc I	V1	0,27		0,60		0,62		0,71		0,32		0,59		0,62		0,69		0,39		0,60		0,62		0,67		0,50		0,61		0,62		0,65	
		V2	0,36		0,60		0,62		0,68		0,41		0,60		0,62		0,67		0,47		0,61		0,62		0,66		0,54		0,62		0,62		0,65	
	Rph Noc II	V1	0,25		0,57		0,67		0,70		0,30		0,57		0,64		0,68		0,38		0,58		0,62		0,66		0,49		0,60		0,62		0,65	
		V2	0,35		0,58		0,63		0,67		0,40		0,58		0,62		0,66		0,46		0,60		0,62		0,65		0,54		0,61		0,62		0,64	
V1-D. Incolor			83,5	16,5	80,2	19,8	82,9	17,1	93,1	6,9	90,2	9,8	86,2	13,8	87,8	12,2	94,9	5,1	94,8	5,2	91,7	8,3	92,5	7,5	96,6	3,4	97,8	2,2	96,3	3,7	96,4	3,6	98,2	1,8
V2-D. LOW-E SGG			92,6	7,4	88,9	11,1	90,0	10,0	95,5	4,5	95,2	4,8	92,2	7,8	92,8	7,2	96,7	3,3	97,1	2,9	95,2	4,8	95,4	4,6	97,7	2,3	98,5	1,5	97,6	2,4	97,6	2,4	98,6	1,4

4.3.3.3 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Exterior** junto ao envidraçado

- Podemos identificar, em linhas gerais, dois conjuntos referentes aos resultados das diferentes soluções presentes nas secções da Matriz que agregam tipos de protecções exteriores do tipo estore, conjunto:
A-) Soluções com massa equivalente I e II associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.

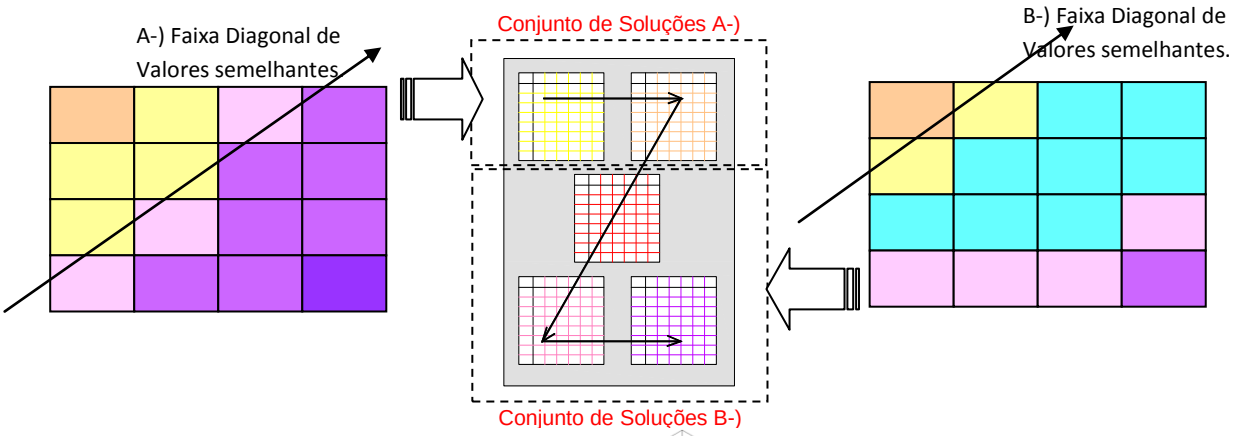
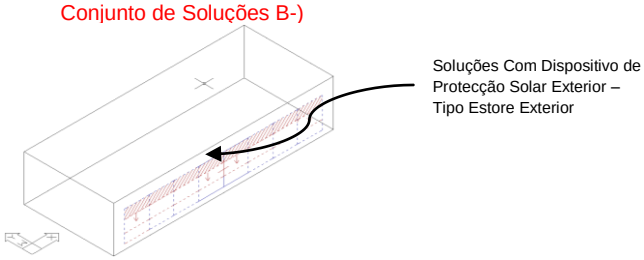
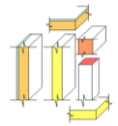
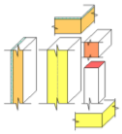


Figura 4.74: Esquema Secções Matriz, Modelo 1 em Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Exterior (tipo estore) junto ao envidraçado.



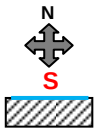




Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.

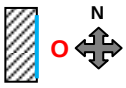
- No grupo de soluções A-), somente algumas soluções da Matriz não tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, ou seja somente algumas soluções tendem a não apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

As soluções que não apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:



- Soluções a Sul quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: todas as soluções com área de envidraçado superior a 40% da fachada (excepto sem palas com Rph=0.8 associado a estoreI e vidro duplo incolor (V1). Com área de envidraçado de 20% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (EstoreI com Rph=0.8, EstoreII com RphNocI, EstoreIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2).
Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C (parcela necessidades de arrefecimento normalmente superior a 50% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de arrefecimento (estação quente); enquanto as demais soluções com área de envidraçado de 20% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C (parcela necessidades de aquecimento superior a 90% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria.)

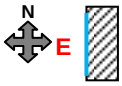
Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Sul com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H9ou Hab9, (Apêndice I.2 do Anexo 4.1)



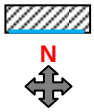
- Soluções a Oeste quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado correspondente a 80% da fachada, com palas de dimensões inferiores a 0.60m, com EstoreII associada a RphNocI e EstoreIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com área de envidraçado correspondente a 60% da fachada, com palas de dimensões inferiores a 0.60m, com EstoreII associada a RphNocI e EstoreIII associada a RphNocII, com vidro duplo incolor (V1).

Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente): tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 0.60m e vidro duplo incolor (maior preocupação com estação quente); e tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões superiores a 1.20m (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

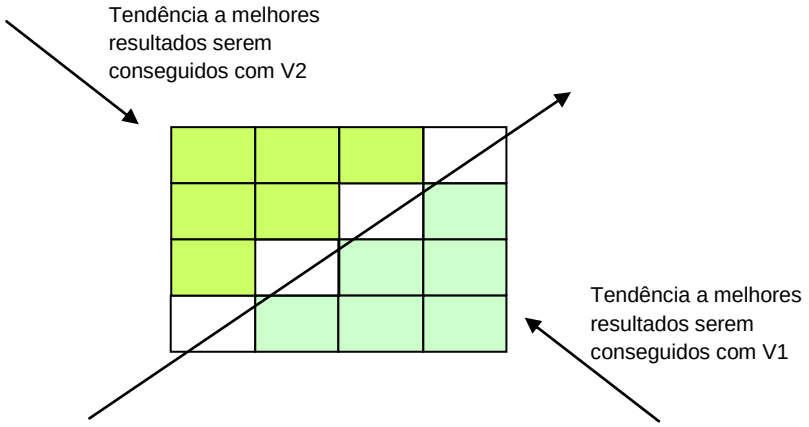
Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Oeste com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada exposta e com palas de 0.60m-1.0m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H8ou Hab8; assim como a unidade H12/Hab12. (Apêndice I.2 do Anexo 4.1).



- Soluções a Este quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado de 80% da fachada, com palas de dimensões inferiores a 0.60m, com EstoreII associada a RphNocI e EstoreIII associada a RphNocII, com ambos os vidros (V1 e V2). Quando com área de envidraçado de 60% da fachada, sem palas ou com palas de 0.60m, com EstoreII associada a RphNocI e EstoreIII associada a RphNocII, principalmente com vidro duplo incolor.
Obs: as demais soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada (não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 0.60m principalmente com vidros duplos incolores (maior preocupação com estação quente) e Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões superiores a 1.20m principalmente com vidros especiais V2 (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

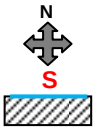


- Soluções a Norte independentemente da área de envidraçado e demais parâmetros presentes na Matriz proposta, mesmo tendo apresentado resultados até 20% melhores que a solução de referência, tendem a apresentar maior desconforto e dispêndio de energia na estação fria,com Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo assim esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria). Para estas soluções a parcela correspondente as necessidades de aquecimento foram sempre superiores a 90% do total anual.

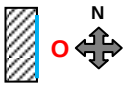


- No grupo de soluções B-) somente algumas soluções da Matriz tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, ou seja somente algumas soluções tendem a apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

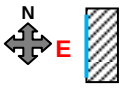
As soluções que apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:



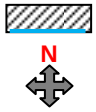
- Soluções a Sul (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com EstoreI associada a Rph=0.8 e vidro duplo incolor (V1). Soluções a apresentarem Temp. Med. Max superior a 30°C, maior desconforto e dispêndio de energia na estação quente.



- Soluções a Oeste (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com EstoreI associada a Rph=0.8 e vidro duplo incolor (V1); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Max superior a 30°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação quente). Bem como as soluções com área de envidraçado 20% da fachada, com palas de 1.90m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e ambos tipos de vidros (V1 e V2); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação fria).



- Soluções a Este (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado 80% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com EstoreI associada a Rph=0.8 e vidro duplo incolor (V1); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Max superior a 30°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação quente). Bem como as soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada, com palas de 1.90m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e ambos tipos de vidros (V1 e V2); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação fria).

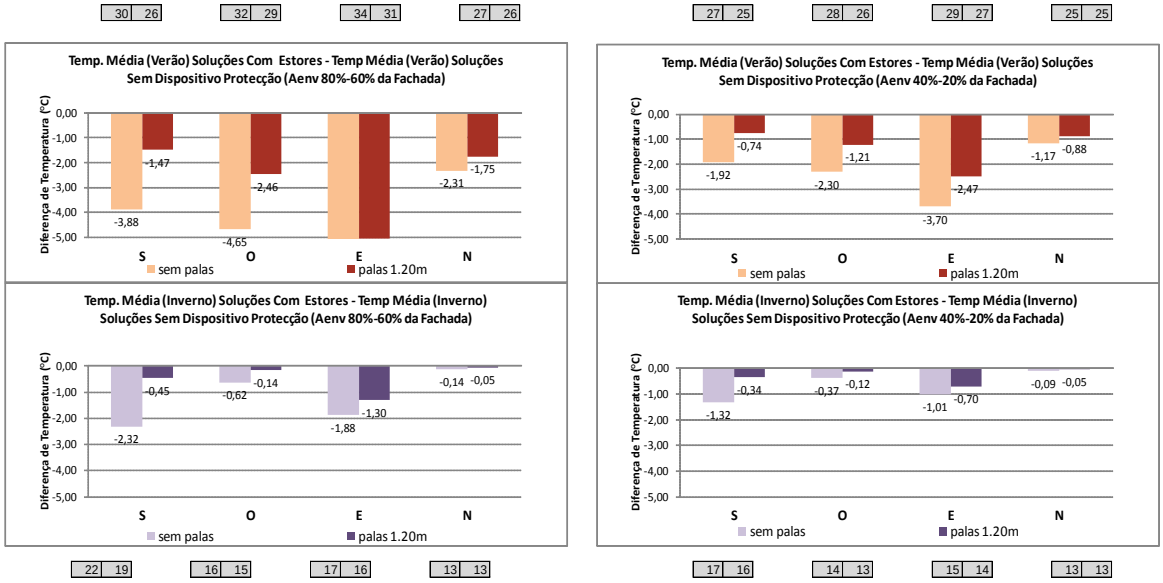


- Soluções a Norte (massa M2 e 60mm de isolamento): todas soluções independentemente da área de envidraçado e demais parâmetros Secções Matriz tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação fria).

- Soluções a Norte (massa M2 e M3 com 100mm de isolamento): soluções com área de envidraçado superior a 40% da fachada, seja com palas de 1.20m associado vidro duplo incolor, ou seja com palas de1.90m associado a ambos tipos de vidros (V1 e V2); estes quando com diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz tendem a apresentarem Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior desconforto e dispêndio de energia na estação fria).

As demais soluções da Matriz que contam com a presença de estore exterior junto aos seus envidraçados (principalmente quando com massa equivalente M2 e M3 associado a 100mm de isolamento) tendem a não apresentar situações críticas de desconforto e de dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do apresentado na Secção da Matriz correspondente ao ModeloI Cobertura quando sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado. Desta forma ao estabelecer comparação entre as Secções da Matriz (sem dispositivo e com dispositivo exterior) fica evidenciando de alguma forma a importância da presença de dispositivos de protecção, seja interior ou exterior, mas principalmente exterior.

Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção exterior (estore exterior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:



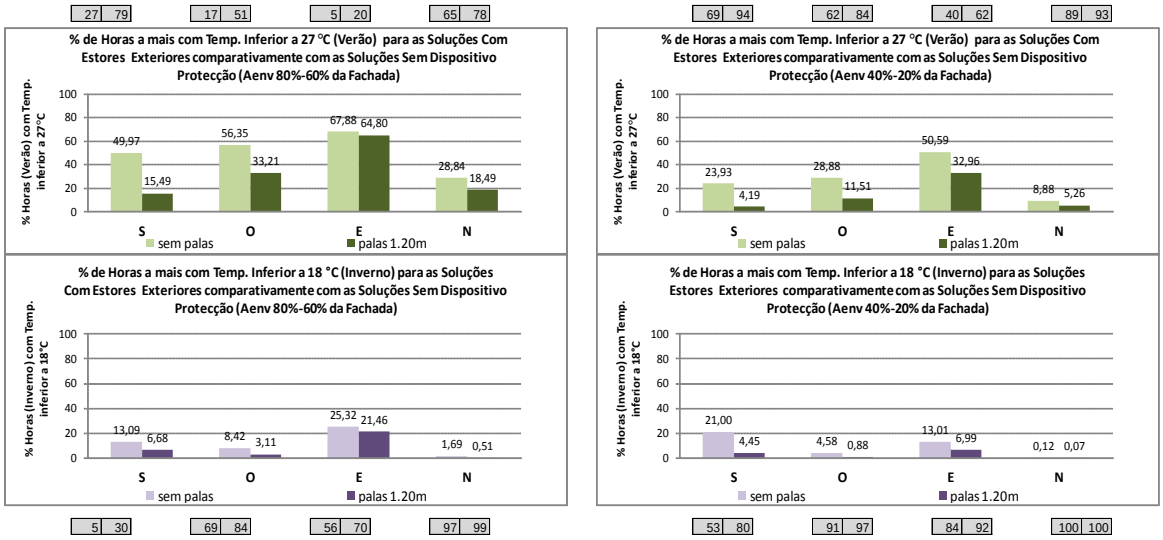
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.75: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Exterior, Modelo1-Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (estore II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Este, posteriormente a as orientadas a Oeste e a Sul. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 1°C e 10°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de 5% a 70% do tempo.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção exterior (estoreII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul, posteriormente a as orientadas a Este. A partir destes gráficos percebe-se que a introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 2,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 25% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.76: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Exterior, Modelo1-Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 30% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estore II Matriz) passou a ter mais 50% das horas com temperatura inferior a 27°C (total aproximadamente 80% do tempo com temperaturas inferiores a 27°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 15% das horas com temperatura inferior a 27°C para 70%; a orientada a Este de 5% passou para 75% (demonstrando grande influência sobre as condições interiores de soluções com tais características). A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 27°C.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul com 60%-80% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 5% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estoreII Matriz) passou a ter 20% das horas com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 70% das horas com temperatura inferior a 18°C para 80%; a orientada a Este de 55% passou para 80% (demonstrando grande influência sobre as condições interiores de soluções com tais características). A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C (mais de 95% do tempo).

- A solução a Sul com 20%-40% da fachada envidraçada e sem palas quando sem dispositivo de protecção exterior apresentava temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 50% do tempo, entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estoreII Matriz) passou a ter mais 20% das horas com temperatura inferior a 18°C (total aproximadamente 70% do tempo com temperaturas inferiores a 18°C). Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste passou de 90% das horas com temperatura inferior a 18°C para 95%; a orientada a Este de 85% passou para 95%. A solução semelhante a esta mas orientada a Norte já apresentava inicialmente (quando sem dispositivo de protecção exterior) um grande percentual de horas com temperatura interior inferior a 18°C praticamente de 100%.

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção exterior do tipo estoreII, que este dispositivo estaria aberto durante o Dia (horas de Sol) somente cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 30% do mesmo (na parte superior do envidraçado).

Com Estore Exterior

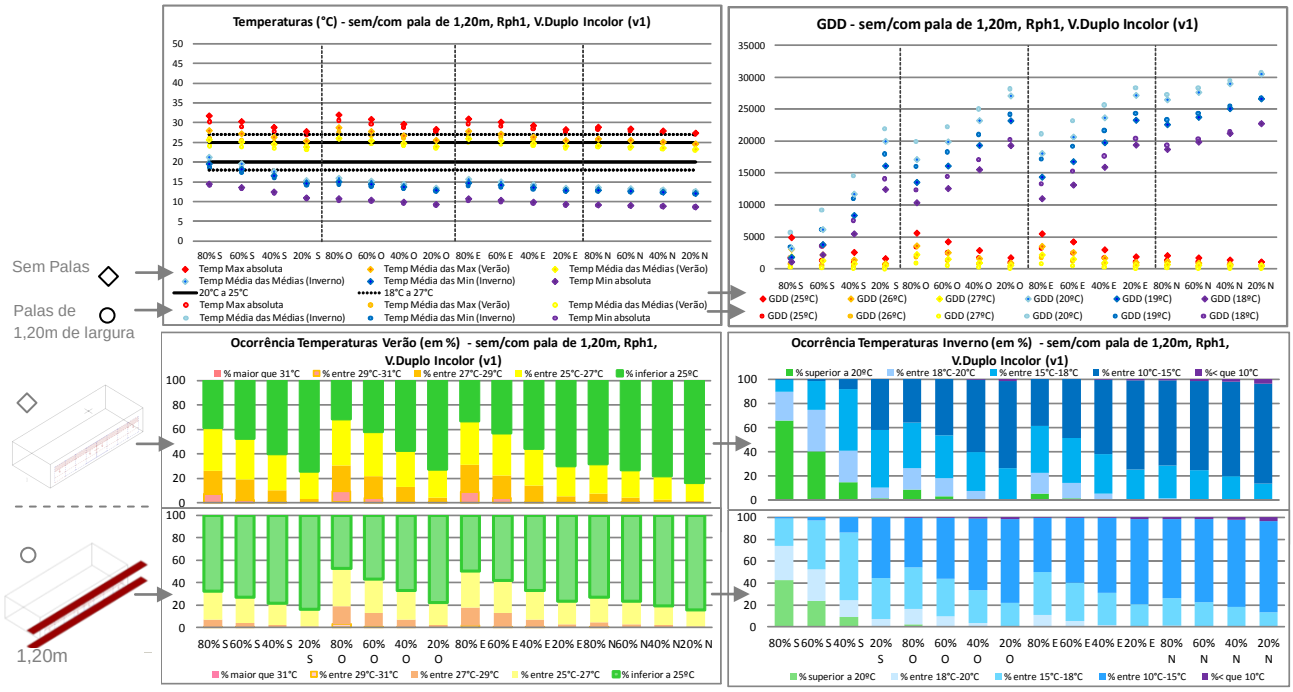


Figura 4.77: Gráficos Temperatura, Modelo 1 - Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Exterior.

Verão:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 4°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 2°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 15%-50% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-25% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2,5°C a 5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a 2,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 35%-55% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-30% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 20%-30% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-10% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 5°C a 8°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 2,53°C a 4°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, cerca de mais 65%-70% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 30%-50% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação quente sob temperaturas inferiores a 27°C.

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada; e principalmente sob as orientações Este, Oeste e Sul (mas sobretudo sob orientação Este).

Inverno:

Para soluções com orientação Sul verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 2,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 0,5°C a 1,5°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 5%-15% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-20% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

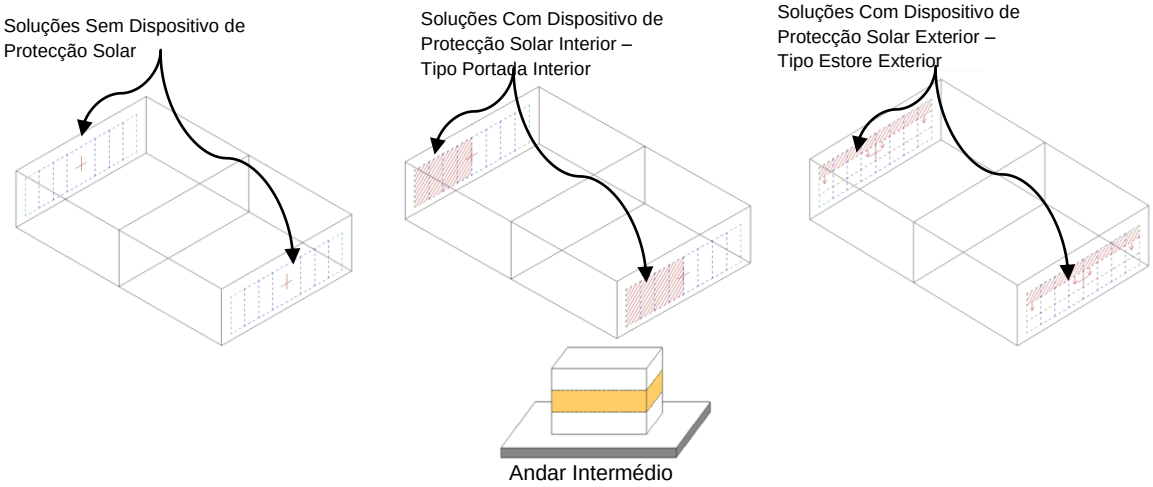
Para soluções com orientação Oeste verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 5%-10% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada e quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de até 2% do tempo (quando com Aenv superior a 60% e quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Para soluções com orientação Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1,5°C a 2 °C a menos (quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada) e cerca de 1°C a menos (quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada) comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados; proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, cerca de mais 20%-25% do tempo (quando com Aenv superior a 60%) e até mais 5%-15% do tempo (quando com Aenv inferior a 40%) durante a estação fria sob temperaturas inferiores a 18°C.

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo estore interior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).

4.3.4 Análise Modelo 2 Intermédio



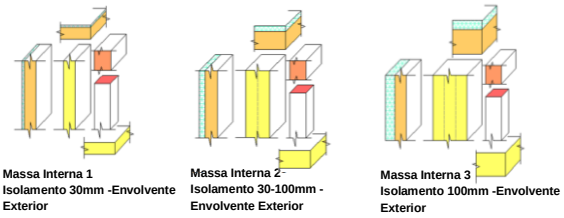
A maior parte das soluções correspondentes ao Modelo2 em andar Intermédio (independentemente da orientação, área de envidraçado e demais parâmetros Matriz), não apresentam situações críticas; ou seja tenderam a não apresentar maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e arrefecimento; bem como média das temperaturas máximas diárias superior a 30°C (na estação de arrefecimento e média das temperaturas mínimas Inferior a 13°C (na estação de aquecimento). Entretanto foram as soluções com maior área de envidraçado e menor grau de protecção solar junto aos envidraçados (sem palas ou menor largura destas, sem dispositivos de protecção interior ou exterior) principalmente orientadas a Oeste-Este; a apresentarem um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de arrefecimento (Verão); as quais foram enfatizadas ao longo desta Secção.

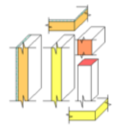
- Portanto maior atenção deve ser dada principalmente as soluções com área de envidraçado superior a 60% em pelo menos uma das faces, quando associadas a palas horizontais de largura inferior a 0,60m. Soluções com grande probabilidade a apresentar Temp. Med. Max superiores a 30°C, maior dispêndio de energia na estação quente (Verão).

- Das soluções que não apresentaram Temp. Med Max superior a 30°C e Temp. Med. Min. Inferior a 13°C (situações intituladas no trabalho como críticas), constituem um vasto leque de opções em que o leitor poderá adoptar para diferentes áreas de envidraçados (de 20% a 80% das fachadas envidraçadas); ou seja soluções até 65% melhores que a solução de referência e que não se apresentam em situações críticas durante as estações do ano. Entretanto podem diferir relativamente a parcela de aquecimento e a parcela de arrefecimento. Por exemplo, duas soluções com mesma área de envidraçado, mesmo percentual de melhora relativamente a solução de referência, não estando em situação crítica: uma pode apresentar maiores necessidades de arrefecimento e outra pode apresentar maiores necessidades de aquecimento. Portanto dentro desta pluralidade o leitor poderá observar diferentes comportamentos entre as soluções.

Desta forma percebe-se que dependendo da(s) solução(ões), mesmo não sendo classificada(s) neste trabalho como crítica(s), pode(m) apresentar um comportamento bem diversificado. Entretanto para a maior parte destas soluções (modelo2 intermédio) apresentam tendência a parcela referente as necessidades de aquecimento serem maiores do que a de arrefecimento.

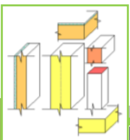
Em termos gerais para o Modelo2 em andar Intermédio os valores apresentados nas diferentes Secções, sem e com dispositivo de protecção solar, pouco alteraram mediante a variação do grau de isolamento e da massa térmica.





Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,73		0,63		1,30		0,99		1,09		0,59		0,55		1,03		0,89		0,93		0,50		0,80		0,49		0,63	
		V2	0,55		0,50		0,90		0,74		0,79		0,50		0,48		0,76		0,69		0,72		0,48		0,65		0,51		0,59	
	Rph Noct	V1	0,66		0,57		1,18		0,89		0,98		0,53		0,50		0,93		0,80		0,84		0,47		0,72		0,49		0,60	
		V2	0,50		0,46		0,81		0,68		0,72		0,47		0,45		0,69		0,64		0,66		0,47		0,61		0,52		0,58	
	Rph Noct	V1	0,58		0,51		1,07		0,79		0,89		0,47		0,44		0,83		0,71		0,75		0,43		0,64		0,47		0,55	
		V2	0,44		0,42		0,72		0,60		0,65		0,42		0,42		0,61		0,57		0,59		0,44		0,55		0,51		0,55	
V1-D. Incolor			34,0	66,0	38,9	61,1	21,3	78,7	35,6	64,4	30,5	69,5	48,6	51,4	52,4	47,6	32,5	67,5	43,1	56,9	39,6	60,4	70,7	29,3	52,8	47,2	92,2	7,8	81,9	18,1
V2-D. LOW-E SGG			55,1	44,9	61,2	38,8	39,3	60,7	57,5	42,5	51,5	48,5	71,0	29,0	74,4	25,6	54,5	45,5	65,4	34,6	61,9	38,1	86,4	13,6	73,6	26,4	96,7	3,3	91,5	8,5
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,54		0,47		1,07		0,84		0,92		0,48		0,45		0,87		0,77		0,81		0,46		0,71		0,50		0,61	
		V2	0,46		0,43		0,78		0,67		0,71		0,46		0,44		0,68		0,64		0,66		0,48		0,62		0,52		0,58	
	Rph Noct	V1	0,50		0,44		0,97		0,77		0,84		0,45		0,43		0,80		0,71		0,74		0,45		0,66		0,50		0,59	
		V2	0,44		0,41		0,71		0,62		0,66		0,45		0,44		0,64		0,60		0,62		0,48		0,59		0,54		0,58	
	Rph Noct	V1	0,45		0,40		0,87		0,68		0,76		0,41		0,39		0,71		0,63		0,66		0,42		0,59		0,49		0,56	
		V2	0,40		0,39		0,63		0,57		0,59		0,42		0,41		0,57		0,55		0,56		0,46		0,55		0,53		0,56	
V1-D. Incolor			55,2	44,8	61,2	38,8	32,2	67,8	49,5	50,5	42,5	57,5	69,7	30,3	73,4	26,6	45,7	54,3	57,1	42,9	52,7	47,3	85,7	14,3	65,6	34,4	96,8	3,2	88,3	11,7
V2-D. LOW-E SGG			75,0	25,0	80,5	19,5	52,8	47,2	70,4	29,6	63,9	36,1	85,9	14,1	88,4	11,6	67,2	32,8	76,6	23,4	73,2	26,8	94,1	5,9	82,5	17,5	98,9	1,1	94,8	5,2
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,50		0,44		0,90		0,75		0,81		0,47		0,44		0,77		0,70		0,73		0,48		0,66		0,52		0,60	
		V2	0,46		0,43		0,69		0,62		0,65		0,47		0,46		0,63		0,61		0,62		0,50		0,60		0,54		0,59	
	Rph Noct	V1	0,47		0,42		0,81		0,68		0,74		0,46		0,44		0,71		0,65		0,68		0,48		0,63		0,53		0,59	
		V2	0,45		0,44		0,65		0,60		0,62		0,48		0,47		0,61		0,59		0,60		0,51		0,59		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,44		0,40		0,73		0,62		0,67		0,44		0,42		0,63		0,59		0,61		0,47		0,58		0,53		0,57	
		V2	0,43		0,42		0,58		0,56		0,57		0,46		0,46		0,56		0,56		0,56		0,50		0,56		0,56		0,58	
V1-D. Incolor			75,4	24,6	81,0	19,0	47,3	52,7	64,7	35,3	56,5	43,5	85,2	14,8	88,1	11,9	60,9	39,1	71,0	29,0	66,4	33,6	93,5	6,5	77,5	22,5	98,6	1,4	92,9	7,1
V2-D. LOW-E SGG			89,3	10,7	92,9	7,1	68,6	31,4	82,2	17,8	76,4	23,6	94,2	5,8	95,8	4,2	79,7	20,3	86,2	13,8	83,4	16,6	97,7	2,3	89,8	10,2	99,6	0,4	97,1	2,9
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,52		0,47		0,77		0,68		0,72		0,51		0,49		0,69		0,65		0,67		0,53		0,63		0,56		0,60	
		V2	0,51		0,49		0,64		0,61		0,62		0,52		0,51		0,61		0,60		0,61		0,54		0,59		0,57		0,59	
	Rph Noct	V1	0,51		0,47		0,72		0,65		0,68		0,52		0,50		0,66		0,63		0,64		0,54		0,62		0,57		0,60	
		V2	0,51		0,50		0,62		0,60		0,61		0,53		0,52		0,60		0,60		0,60		0,55		0,60		0,59		0,60	
	Rph Noct	V1	0,49		0,46		0,66		0,60		0,63		0,50		0,49		0,61		0,59		0,60		0,53		0,58		0,57		0,59	
		V2	0,49		0,48		0,57		0,57		0,57		0,51		0,51		0,57		0,57		0,57		0,54		0,57		0,58		0,59	
V1-D. Incolor			89,7	10,3	93,5	6,5	65,8	34,2	80,2	19,8	72,6	27,4	93,9	6,1	95,6	4,4	76,6	23,4	84,0	16,0	80,2	19,8	97,3	2,7	87,5	12,5	99,4	0,6	96,3	3,7
V2-D. LOW-E SGG			94,9	5,1	97,2	2,8	80,8	19,2	90,2	9,8	85,9	14,1	97,2	2,8	98,2	1,8	88,1	11,9	92,3	7,7	90,4	9,6	98,9	1,1	94,2	5,8	99,8	0,2	98,5	1,5

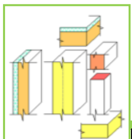


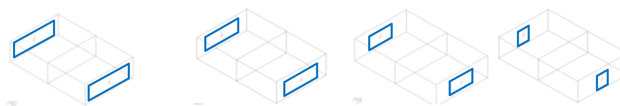
Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

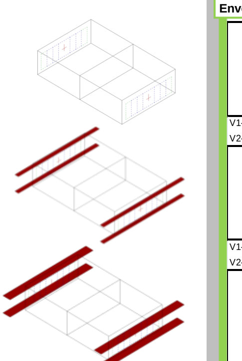
H13+ H15+/H17

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,73		0,63		1,30		0,99		1,09		0,58		0,54		1,03		0,89		0,93		0,49		0,79		0,49		0,62	
		V2	0,54		0,49		0,90		0,74		0,79		0,49		0,47		0,76		0,69		0,71		0,48		0,65		0,51		0,59	
	Rph Noct	V1	0,65		0,57		1,18		0,89		0,98		0,52		0,49		0,92		0,80		0,84		0,46		0,72		0,49		0,60	
		V2	0,49		0,45		0,80		0,67		0,72		0,46		0,45		0,69		0,63		0,66		0,47		0,61		0,52		0,58	
	Rph Noct	V1	0,57		0,50		1,07		0,79		0,88		0,46		0,43		0,82		0,70		0,74		0,42		0,63		0,47		0,55	
		V2	0,43		0,41		0,71		0,59		0,64		0,42		0,41		0,61		0,56		0,58		0,44		0,55		0,51		0,55	
V1-D. Incolor			33,7	66,3	38,5	61,5	20,9	79,1	35,3	64,7	30,1	69,9	48,5	51,5	52,3	47,7	32,2	67,8	43,0	57,0	39,4	60,6	71,1	28,9	52,8	47,2	92,7	7,3	82,3	17,7
V2-D. LOW-E SGG			55,3	44,7	61,4	38,6	39,1	60,9	57,7	42,3	51,5	48,5	71,5	28,5	74,8	25,2	54,6	45,4	65,7	34,3	62,1	37,9	87,0	13,0	74,0	26,0	97,1	2,9	91,9	8,1
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,53		0,46		1,06		0,84		0,92		0,47		0,44		0,87		0,77		0,81		0,45		0,71		0,49		0,60	
		V2	0,45		0,42		0,77		0,67		0,70		0,45		0,44		0,68		0,64		0,65		0,47		0,61		0,52		0,58	
	Rph Noct	V1	0,49		0,43		0,96		0,76		0,84		0,44		0,42		0,79		0,70		0,74		0,44		0,66		0,50		0,59	
		V2	0,43		0,41		0,70		0,62		0,65		0,44		0,43		0,63		0,60		0,61		0,47		0,59		0,53		0,58	
	Rph Noct	V1	0,44		0,39		0,86		0,67		0,75		0,40		0,39		0,70		0,62		0,66		0,42		0,59		0,49		0,55	
		V2	0,39		0,38		0,63		0,56		0,59		0,41		0,41		0,56		0,54		0,55		0,46		0,54		0,53		0,56	
V1-D. Incolor			55,1	44,9	61,1	38,9	31,8	68,2	49,4	50,6	42,2	57,8	70,0	30,0	73,7	26,3	45,5	54,5	57,2	42,8	52,7	47,3	86,3	13,7	65,9	34,1	97,3	2,7	88,7	11,3
V2-D. LOW-E SGG			75,5	24,5	81,0	19,0	52,8	47,2	70,7	29,3	64,1	35,9	86,5	13,5	89,0	11,0	67,5	32,5	77,0	23,0	73,6	26,4	94,7	5,3	82,9	17,1	99,2	0,8	95,1	4,9
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,49		0,43		0,90		0,75		0,81		0,47		0,44		0,77		0,70		0,73		0,47		0,66		0,52		0,59	
		V2	0,45		0,43		0,69		0,62		0,65		0,47		0,46		0,63		0,61		0,62		0,50		0,59		0,54		0,58	
	Rph Noct	V1	0,46		0,41		0,81		0,68		0,73		0,45		0,43		0,70		0,65		0,67		0,48		0,62		0,53		0,59	
		V2	0,45		0,43		0,64		0,60		0,62		0,47		0,46		0,60		0,59		0,60		0,51		0,58		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,43		0,39		0,72		0,61		0,66		0,43		0,41		0,63		0,58		0,60		0,46		0,57		0,53		0,57	
		V2	0,43		0,42		0,57		0,55		0,56		0,46		0,45		0,55		0,55		0,55		0,50		0,55		0,56		0,58	
V1-D. Incolor			75,8	24,2	81,4	18,6	47,1	52,9	64,9	35,1	56,5	43,5	85,8	14,2	88,6	11,4	61,0	39,0	71,3	28,7	66,5	33,5	94,1	5,9	77,8	22,2	99,0	1,0	93,3	6,7
V2-D. LOW-E SGG			90,0	10,0	93,5	6,5	68,9	31,1	82,6	17,4	76,7	23,3	94,9	5,1	96,3	3,7	80,0	20,0	86,6	13,4	83,8	16,2	98,1	1,9	90,2	9,8	99,8	0,2	97,4	2,6
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,51		0,46		0,77		0,67		0,71		0,51		0,49		0,69		0,65		0,67		0,53		0,63		0,56		0,60	
		V2	0,50		0,48		0,64		0,61		0,62		0,52		0,51		0,61		0,60		0,60		0,54		0,59		0,57		0,59	
	Rph Noct	V1	0,51		0,47		0,72		0,64		0,68		0,51		0,50		0,66		0,63		0,64		0,54		0,61		0,57		0,60	
		V2	0,51		0,49		0,62		0,60		0,61		0,53		0,52		0,60		0,59		0,60		0,55		0,59		0,59		0,60	
	Rph Noct	V1	0,49		0,45		0,65		0,60		0,62		0,50		0,48		0,60		0,59		0,59		0,53		0,58		0,57		0,59	
		V2	0,48		0,48		0,57		0,56		0,56		0,51		0,51		0,56		0,56		0,56		0,54		0,57		0,58		0,59	
V1-D. Incolor			90,2	9,8	94,0	6,0	66,0	34,0	80,5	19,5	72,8	27,2	94,4	5,6	96,1	3,9	76,9	23,1	84,3	15,7	80,5	19,5	97,6	2,4	87,9	12,1	99,6	0,4	96,7	3,3
V2-D. LOW-E SGG			95,4	4,6	97,6	2,4	81,1	18,9	90,6	9,4	86,3	13,7	97,7	2,3	98,5	1,5	88,5	11,5	92,7	7,3	90,8	9,2	99,2	0,8	94,6	5,4	99,9	0,1	98,7	1,3

H1 H6



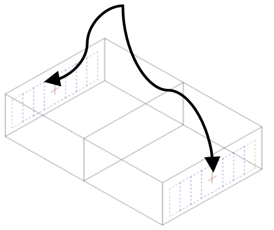




Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,72		0,62		1,30		0,98		1,07		0,57		0,52		1,02		0,87		0,91		0,47		0,77		0,45		0,59	
		V2	0,53		0,47		0,89		0,72		0,77		0,47		0,45		0,74		0,67		0,69		0,45		0,62		0,48		0,55	
	Rph Noc I	V1	0,64		0,55		1,17		0,87		0,96		0,51		0,47		0,91		0,77		0,82		0,44		0,69		0,45		0,56	
		V2	0,48		0,43		0,79		0,65		0,70		0,44		0,42		0,67		0,61		0,63		0,44		0,58		0,48		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,56		0,49		1,06		0,77		0,86		0,44		0,41		0,81		0,68		0,72		0,39		0,61		0,43		0,51	
		V2	0,42		0,39		0,69		0,57		0,62		0,39		0,38		0,58		0,54		0,55		0,41		0,52		0,47		0,51	
V1-D. Incolor			32,0	68,0	35,9	64,1	19,7	80,3	33,4	66,6	28,3	71,7	46,0	54,0	49,4	50,6	30,4	69,6	40,8	59,2	37,2	62,8	68,8	31,2	50,5	49,5	92,2	7,8	81,4	18,6
V2-D. LOW-E SGG			53,4	46,6	59,0	41,0	37,6	62,4	56,0	44,0	49,6	50,4	69,7	30,3	73,0	27,0	52,8	47,2	64,2	35,8	60,4	39,6	86,1	13,9	72,7	27,3	97,1	2,9	91,8	8,2
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,52		0,45		1,06		0,82		0,90		0,46		0,42		0,86		0,75		0,79		0,43		0,69		0,46		0,57	
		V2	0,44		0,40		0,76		0,64		0,68		0,43		0,41		0,66		0,61		0,63		0,44		0,58		0,49		0,54	
	Rph Noc I	V1	0,48		0,41		0,95		0,74		0,82		0,43		0,40		0,77		0,68		0,72		0,42		0,63		0,46		0,55	
		V2	0,42		0,38		0,69		0,60		0,63		0,42		0,41		0,61		0,57		0,59		0,44		0,56		0,50		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,42		0,37		0,85		0,65		0,73		0,38		0,36		0,68		0,60		0,63		0,39		0,56		0,45		0,52	
		V2	0,38		0,35		0,61		0,53		0,56		0,39		0,38		0,54		0,52		0,53		0,43		0,51		0,49		0,52	
V1-D. Incolor			53,3	46,7	58,6	41,4	30,4	69,6	47,5	52,5	40,3	59,7	67,9	32,1	71,5	28,5	43,5	56,5	55,1	44,9	50,5	49,5	85,0	15,0	63,9	36,1	97,1	2,9	88,1	11,9
V2-D. LOW-E SGG			74,2	25,8	79,5	20,5	51,3	48,7	69,4	30,6	62,5	37,5	85,5	14,5	88,1	11,9	65,9	34,1	75,8	24,2	72,2	27,8	94,4	5,6	82,0	18,0	99,2	0,8	95,1	4,9
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,48		0,41		0,89		0,73		0,79		0,45		0,42		0,75		0,68		0,71		0,44		0,63		0,48		0,56	
		V2	0,44		0,40		0,67		0,60		0,63		0,45		0,43		0,61		0,58		0,59		0,47		0,56		0,51		0,55	
	Rph Noc I	V1	0,45		0,39		0,79		0,66		0,71		0,43		0,41		0,68		0,62		0,65		0,45		0,59		0,50		0,55	
		V2	0,43		0,41		0,62		0,57		0,59		0,45		0,44		0,58		0,56		0,57		0,48		0,55		0,52		0,55	
	Rph Noc II	V1	0,41		0,37		0,71		0,59		0,64		0,40		0,39		0,60		0,56		0,58		0,43		0,54		0,49		0,53	
		V2	0,41		0,39		0,56		0,53		0,54		0,43		0,43		0,53		0,52		0,52		0,47		0,52		0,52		0,54	
V1-D. Incolor			74,5	25,5	80,0	20,0	45,6	54,4	63,3	36,7	54,7	45,3	84,7	15,3	87,6	12,4	59,2	40,8	69,7	30,3	64,8	35,2	93,6	6,4	76,4	23,6	98,9	1,1	93,0	7,0
V2-D. LOW-E SGG			89,4	10,6	93,0	7,0	67,7	32,3	81,8	18,2	75,5	24,5	94,5	5,5	96,0	4,0	79,0	21,0	85,9	14,1	82,9	17,1	98,0	2,0	89,6	10,4	99,8	0,2	97,5	2,5
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,49		0,44		0,75		0,65		0,69		0,49		0,46		0,67		0,62		0,64		0,50		0,60		0,52		0,56	
		V2	0,49		0,46		0,62		0,58		0,60		0,50		0,48		0,59		0,57		0,58		0,51		0,56		0,53		0,55	
	Rph Noc I	V1	0,49		0,44		0,70		0,62		0,65		0,49		0,47		0,63		0,60		0,61		0,51		0,58		0,54		0,56	
		V2	0,49		0,47		0,60		0,57		0,58		0,50		0,49		0,57		0,57		0,57		0,52		0,56		0,55		0,56	
	Rph Noc II	V1	0,47		0,43		0,63		0,57		0,60		0,47		0,46		0,58		0,56		0,56		0,50		0,55		0,53		0,55	
		V2	0,46		0,45		0,55		0,54		0,54		0,48		0,48		0,54		0,54		0,53		0,51		0,54		0,54		0,55	
V1-D. Incolor			89,8	10,2	93,7	6,3	64,8	35,2	79,6	20,4	71,5	28,5	94,1	5,9	95,8	4,2	75,7	24,3	83,5	16,5	79,4	20,6	97,5	2,5	87,1	12,9	99,6	0,4	96,6	3,4
V2-D. LOW-E SGG			95,2	4,8	97,5	2,5	80,4	19,6	90,2	9,8	85,6	14,4	97,5	2,5	98,5	1,5	88,0	12,0	92,4	7,6	90,4	9,6	99,2	0,8	94,4	5,6	99,9	0,1	98,8	1,2

Soluções Sem Dispositivo de Protecção Solar



Modelo 2 Intermédio

Legenda

Temp. Med Min. Inferior a 13°C

Temp. Med Max. superior a 30°C

superior a 1

1 1= 8180,17 kWh

Solução de Referência

inferior a 1

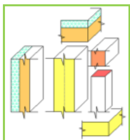
entre 0.8 e 1

entre 0.6 e 0.8

entre 0.4 e 0.6

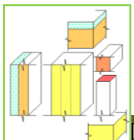
entre 0.2 e 0.4

entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,72		0,61		1,30		0,97		1,07		0,56		0,51		1,01		0,86		0,91		0,46		0,76		0,43		0,57	
		V2	0,52		0,46		0,88		0,71		0,76		0,46		0,43		0,73		0,65		0,68		0,44		0,60		0,46		0,53	
	Rph Noct	V1	0,64		0,54		1,17		0,86		0,96		0,50		0,46		0,90		0,76		0,81		0,42		0,68		0,43		0,53	
		V2	0,47		0,42		0,78		0,64		0,68		0,43		0,41		0,65		0,59		0,61		0,42		0,56		0,46		0,52	
	Rph Noct	V1	0,56		0,48		1,05		0,76		0,85		0,43		0,40		0,80		0,67		0,71		0,37		0,59		0,41		0,49	
		V2	0,41		0,37		0,69		0,56		0,60		0,38		0,37		0,57		0,52		0,54		0,39		0,50		0,45		0,49	
V1-D. Incolor			30,9	69,1	34,1	65,9	19,0	81,0	32,2	67,8	27,1	72,9	44,3	55,7	47,4	52,6	29,2	70,8	39,4	60,6	35,8	64,2	67,2	32,8	49,0	51,0	91,9	8,1	80,8	19,2
V2-D. LOW-E SGG			52,2	47,8	57,4	42,6	36,6	63,4	54,9	45,1	48,4	51,6	68,5	31,5	71,7	28,3	51,6	48,4	63,1	36,9	59,2	40,8	85,5	14,5	71,9	28,1	97,1	2,9	91,7	8,3
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,52		0,44		1,05		0,81		0,89		0,45		0,41		0,85		0,74		0,78		0,41		0,67		0,44		0,54	
		V2	0,43		0,39		0,75		0,63		0,67		0,42		0,40		0,65		0,60		0,61		0,43		0,57		0,46		0,52	
	Rph Noct	V1	0,47		0,40		0,95		0,73		0,81		0,41		0,38		0,76		0,67		0,70		0,40		0,61		0,44		0,53	
		V2	0,41		0,37		0,68		0,58		0,62		0,40		0,39		0,59		0,56		0,57		0,43		0,54		0,48		0,52	
	Rph Noct	V1	0,42		0,36		0,84		0,64		0,72		0,37		0,35		0,67		0,58		0,62		0,37		0,54		0,43		0,49	
		V2	0,37		0,34		0,60		0,52		0,55		0,37		0,36		0,53		0,50		0,51		0,41		0,49		0,47		0,50	
V1-D. Incolor			52,1	47,9	56,9	43,1	29,5	70,5	46,2	53,8	39,0	61,0	66,5	33,5	70,0	30,0	42,1	57,9	53,7	46,3	49,0	51,0	84,0	16,0	62,6	37,4	97,0	3,0	87,7	12,3
V2-D. LOW-E SGG			73,3	26,7	78,5	21,5	50,3	49,7	68,5	31,5	61,4	38,6	84,9	15,1	87,5	12,5	64,9	35,1	75,0	25,0	71,2	28,8	94,1	5,9	81,4	18,6	99,3	0,7	95,1	4,9
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,47		0,40		0,88		0,72		0,78		0,43		0,40		0,74		0,66		0,69		0,43		0,62		0,46		0,54	
		V2	0,43		0,39		0,66		0,58		0,61		0,43		0,41		0,60		0,56		0,58		0,45		0,55		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,44		0,38		0,79		0,64		0,70		0,42		0,39		0,67		0,61		0,63		0,43		0,57		0,47		0,53	
		V2	0,42		0,39		0,61		0,56		0,58		0,43		0,42		0,56		0,54		0,55		0,46		0,53		0,50		0,53	
	Rph Noct	V1	0,40		0,35		0,70		0,57		0,62		0,39		0,37		0,59		0,54		0,56		0,41		0,52		0,47		0,51	
		V2	0,40		0,38		0,55		0,51		0,52		0,42		0,41		0,51		0,50		0,51		0,45		0,50		0,50		0,52	
V1-D. Incolor			73,7	26,3	79,0	21,0	44,7	55,3	62,3	37,7	53,5	46,5	84,0	16,0	86,9	13,1	58,1	41,9	68,7	31,3	63,6	36,4	93,2	6,8	75,5	24,5	98,9	1,1	92,7	7,3
V2-D. LOW-E SGG			89,0	11,0	92,7	7,3	67,0	33,0	81,2	18,8	74,8	25,2	94,3	5,7	95,9	4,1	78,4	21,6	85,4	14,6	82,3	17,7	98,0	2,0	89,3	10,7	99,9	0,1	97,5	2,5
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,48		0,43		0,74		0,64		0,68		0,47		0,45		0,65		0,61		0,63		0,48		0,58		0,50		0,54	
		V2	0,48		0,44		0,61		0,57		0,58		0,48		0,47		0,57		0,55		0,56		0,49		0,54		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,48		0,43		0,69		0,61		0,64		0,48		0,45		0,62		0,58		0,60		0,49		0,57		0,51		0,54	
		V2	0,48		0,45		0,59		0,56		0,57		0,49		0,48		0,56		0,55		0,55		0,50		0,54		0,53		0,54	
	Rph Noct	V1	0,46		0,41		0,62		0,56		0,58		0,46		0,44		0,56		0,54		0,55		0,48		0,53		0,51		0,53	
		V2	0,45		0,44		0,54		0,52		0,52		0,47		0,46		0,52		0,52		0,52		0,49		0,52		0,52		0,53	
V1-D. Incolor			89,4	10,6	93,4	6,6	64,1	35,9	78,9	21,1	70,7	29,3	93,8	6,2	95,6	4,4	75,0	25,0	82,9	17,1	78,6	21,4	97,4	2,6	86,6	13,4	99,6	0,4	96,5	3,5
V2-D. LOW-E SGG			95,1	4,9	97,4	2,6	80,0	20,0	89,9	10,1	85,2	14,8	97,5	2,5	98,4	1,6	87,6	12,4	92,2	7,8	90,0	10,0	99,1	0,9	94,3	5,7	100,0	0,0	98,8	1,2

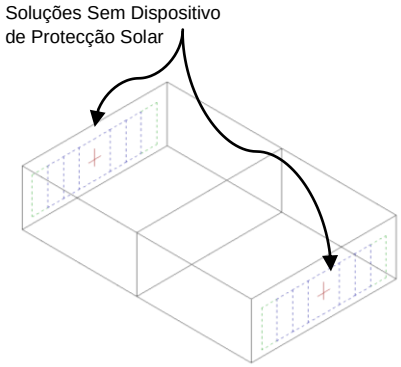


Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,72		0,61		1,30		0,97		1,07		0,56		0,51		1,01		0,86		0,90		0,45		0,75		0,43		0,56	
		V2	0,52		0,46		0,88		0,71		0,76		0,46		0,43		0,73		0,65		0,67		0,43		0,60		0,45		0,52	
	Rph Noct	V1	0,63		0,54		1,17		0,86		0,96		0,50		0,45		0,90		0,76		0,80		0,41		0,67		0,43		0,53	
		V2	0,46		0,42		0,78		0,63		0,68		0,42		0,40		0,65		0,59		0,61		0,42		0,55		0,46		0,51	
	Rph Noct	V1	0,55		0,47		1,05		0,75		0,85		0,43		0,39		0,79		0,66		0,71		0,37		0,58		0,40		0,48	
		V2	0,40		0,37		0,68		0,55		0,60		0,37		0,36		0,56		0,51		0,53		0,39		0,49		0,45		0,49	
V1-D. Incolor			30,4	69,6	33,8	66,2	18,6	81,4	31,9	68,1	26,8	73,2	43,9	56,1	47,1	52,9	28,8	71,2	39,1	60,9	35,5	64,5	67,2	32,8	48,8	51,2	92,3	7,7	81,1	18,9
V2-D. LOW-E SGG			51,8	48,2	57,1	42,9	36,3	63,7	54,9	45,1	48,3	51,7	68,5	31,5	71,8	28,2	51,5	48,5	63,2	36,8	59,3	40,7	85,8	14,2	72,1	27,9	97,5	2,5	92,1	7,9
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,52		0,43		1,06		0,81		0,89		0,44		0,40		0,85		0,74		0,77		0,41		0,67		0,43		0,54	
		V2	0,43		0,38		0,75		0,63		0,67		0,41		0,39		0,65		0,59		0,61		0,42		0,56		0,46		0,52	
	Rph Noct	V1	0,47		0,40		0,95		0,73		0,81		0,41		0,38		0,76		0,66		0,70		0,39		0,61		0,44		0,52	
		V2	0,40		0,37		0,67		0,58		0,61		0,40		0,38		0,59		0,55		0,57		0,42		0,53		0,47		0,52	
	Rph Noct	V1	0,41		0,35		0,84		0,64		0,71		0,36		0,34		0,67		0,58		0,61		0,36		0,53		0,43		0,49	
		V2	0,36		0,33		0,59		0,51		0,54		0,37		0,36		0,52		0,49		0,50		0,40		0,48		0,47		0,50	
V1-D. Incolor			51,6	48,4	56,5	43,5	29,1	70,9	46,0	54,0	38,7	61,3	66,3	33,7	69,8	30,2	41,9	58,1	53,6	46,4	48,9	51,1	84,3	15,7	62,6	37,4	97,4	2,6	88,0	12,0
V2-D. LOW-E SGG			73,2	26,8	78,6	21,4	50,2	49,8	68,6	31,4	61,4	38,6	85,1	14,9	87,8	12,2	65,0	35,0	75,3	24,7	71,4	28,6	94,5	5,5	81,6	18,4	99,5	0,5	95,4	4,6
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,47		0,40		0,88		0,72		0,78		0,43		0,40		0,74		0,66		0,69		0,42		0,61		0,46		0,53	
		V2	0,42		0,39		0,66		0,58		0,61		0,43		0,41		0,59		0,56		0,57		0,45		0,54		0,48		0,52	
	Rph Noct	V1	0,43		0,37		0,78		0,64		0,70		0,41		0,39		0,66		0,60		0,63		0,42		0,57		0,47		0,53	
		V2	0,42		0,39		0,61		0,55		0,58		0,43		0,41		0,56		0,54		0,55		0,46		0,53		0,50		0,53	
	Rph Noct	V1	0,39		0,35		0,69		0,57		0,62		0,38		0,36		0,58		0,54		0,56		0,41		0,51		0,47		0,50	
		V2	0,39		0,37		0,54		0,51		0,52		0,41		0,40		0,51		0,50		0,50		0,45		0,50		0,50		0,52	
V1-D. Incolor			73,6	26,4	79,1	20,9	44,4	55,6	62,3	37,7	53,3	46,7	84,2	15,8	87,2	12,8	58,0	42,0	68,8	31,2	63,6	36,4	93,6	6,4	75,7	24,3	99,2	0,8	93,1	6,9
V2-D. LOW-E SGG			89,4	10,6	93,1	6,9	67,1	32,9	81,5	18,5	75,0	25,0	94,7	5,3	96,3	3,7	78,6	21,4	85,7	14,3	82,6	17,4	98,3	1,7	89,6	10,4	99,9	0,1	97,7	2,3
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,48		0,42		0,74		0,63		0,68		0,47		0,44		0,65		0,60		0,62		0,48		0,58		0,50		0,53	
		V2	0,47		0,44		0,61		0,56		0,58		0,48		0,46		0,57		0,55		0,56		0,49		0,54		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,48		0,42		0,69		0,60		0,64		0,47		0,45		0,61		0,58		0,59		0,48		0,56		0,51		0,54	
		V2	0,48		0,45		0,58		0,55		0,56		0,49		0,47		0,55		0,54		0,55		0,50		0,54		0,53		0,54	
	Rph Noct	V1	0,45		0,41		0,62		0,55		0,58		0,46		0,44		0,56		0,54		0,54		0,47		0,52		0,51		0,52	
		V2	0,45		0,43		0,53		0,52		0,52		0,47		0,46		0,52		0,51		0,51		0,49		0,51		0,52		0,53	
V1-D. Incolor			89,7	10,3	93,8	6,2	64,0	36,0	79,1	20,9	70,7	29,3	94,2	5,8	96,0	4,0	75,2	24,8	83,1	16,9	78,8	21,2	97,6	2,4	86,9	13,1	99,8	0,2	96,8	3,2
V2-D. LOW-E SGG			95,4	4,6	97,8	2,2	80,2	19,8	90,2	9,8	85,4	14,6	97,8	2,2	98,7	1,3	87,9	12,1	92,6	7,4	90,4	9,6	99,4	0,6	94,6	5,4	####	0,0	99,1	0,9

4.3.4.1. Soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado

4.3.4.1.1 Soluções Sul+ Norte:



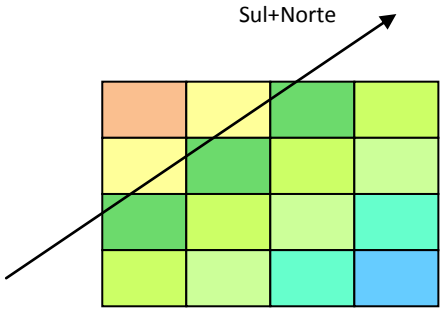
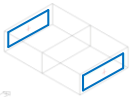


Figura 4.78: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado com orientação Sul+Norte.



Soluções com pelo menos uma das fachadas envidraçada em 80%

- Para as soluções Sul+Norte sem palas: a maior parte das soluções apresentam valores entre 30% a 60% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2), entretanto as soluções com Rph=0.8 e Pph NocI quando associadas a V1 (vidro duplo incolor) tendem a apresentar valores de Necessidades de Arrefecimento superiores a 60% do valor total do consumo anual de energia; bem como Temp Med Max na estação de arrefecimento (Verão) acima de 30°C; ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam um valor inferior a solução de referência, mas em termos de temperatura estas soluções tendem a proporcionar algum desconforto na Estação Quente.

- As soluções Sul+Norte com palas de 0.60m e de 1.20m, apresentam-se entre 50% a 60% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor 1 ou com vidro duplo especial V2); já estas soluções quando com palas de 1.90m apresentam-se entre 50% e 55% melhores que a solução de referência. Nenhuma das soluções tendem a apresentar Temp Med Max na estação de arrefecimento (Verão) acima de 30°C e Temp. Med Min inferior a 13°C na estação de aquecimento (Inverno); ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam um valor inferior a solução de referência, e em termos de temperatura estas soluções tendem a proporcionar conforto tanto na Estação Quente como na Estação Fria. Obs: Os melhores resultados foram obtidos para estas soluções quando associadas a palas de 0.60m.

Observação: a exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Sul+Norte com envidraçado orientado a Sul correspondendo a 80% da fachada e com envidraçado a Norte correspondendo a 40% da fachada; apresentando palas de dimensões superiores a 1.20m na Face Sul) pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa), a qual foi denominada H1 neste estudo (Apêndice I.3 do Anexo 4.1).

- De forma geral, praticamente todas estas soluções não apresentam maiores dispêndios de energia com tendência a proporcionar determinados níveis de conforto ao longo do ano para os seus ocupantes.

- Para as soluções sem palas a parcela referente ao consumo de energia para arrefecimento é cerca de 40% (quando com V2) 70% (quando com V1) da energia total anual; já quando com palas de 0.60m é cerca de 20%-45%, com palas de 1,20m é de 10%-25%; e finalmente quando com palas de 1,90m é de 5%-10%. Portanto estas soluções associadas aos diferentes tipos de palas apresentam tendência a parcela das necessidades de aquecimento serem superiores às de arrefecimento; sendo isto mais evidente quanto maior for a pala.

Soluções com pelo menos uma das fachadas envidraçada em 60%

- As soluções Sul+Norte sem palas, apresentam-se entre 45% a 60% melhores que a solução de referência (tanto com Vidro duplo incolor V1 ou com vidro duplo especial V2); já estas soluções quando com palas de 0.60mm apresentam-se entre 55% e 65% melhores que a solução de referência; as soluções com palas de 1.20m apresentam-se 55% melhores que a solução de referência e estas quando com palas de 1.90m apresentam-se 50% melhores. Nenhuma destas das soluções tendem a apresentar Temp Med Max na estação de arrefecimento (Verão) acima de 30°C e Temp. Med Min inferior a 13°C na estação de aquecimento (Inverno); ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam um valor inferior a solução de referência, e em termos de temperatura estas soluções tendem a proporcionar conforto tanto na Estação Quente como na Estação Fria. Obs: Os melhores resultados foram obtidos para estas soluções quando associadas a palas de 0.60m.

Observação: ao exemplo e semelhança das soluções orientadas a Sul+Norte, com o envidraçado orientado a Sul correspondendo a 60% da fachada e com o envidraçado a Norte correspondendo a 40% da fachada; associado a palas de dimensões 0.60m, pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa) denominada H13+ neste estudo (Apêndice I.3 do Anexo 4.1). Esta solução bem como as demais que estão indicadas nas secções da Matriz com o sinal (+) podem ser representadas através de um conjunto de soluções da Matriz localizados em diferentes secções da mesma (cruzamento de informações).

- De forma geral, praticamente todas estas soluções não apresentam maiores dispêndios de energia com tendência a proporcionar determinados níveis de conforto ao longo do ano para os seus ocupantes.

- Para as soluções sem palas a parcela referente ao consumo de energia para arrefecimento é cerca de 30% (quando com V2) 50% (quando com V1) da energia total anual; já quando com palas de 0.60m é cerca de 15%-30%, com palas de 1,20m é de 5%-15%; e finalmente quando com palas de 1,90m é de 5%. Portanto estas soluções associadas aos diferentes tipos de palas apresentam tendência a parcela das necessidades de aquecimento serem superiores às de arrefecimento; sendo que, quanto maior a pala, maior é a parcela correspondente as necessidades de aquecimento.

Soluções com 40% das fachadas envidraçadas

- Todas as soluções com 40% das fachadas envidraçadas apresentam-se melhores que as soluções de referência 50% a 60% melhores do que a solução de referência, sendo que também não apresentam soluções críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

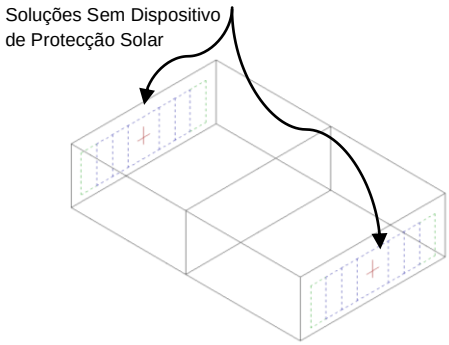
- Todas estas soluções independentemente da dimensão das palas, apresentam a parcela referente as necessidades de aquecimento superior a parcela de arrefecimento, de modo geral a parcela de aquecimento corresponde entre 70% a 100% do dispêndio de energia total anual necessário para manter estes entre 20°C e 25°C; mesmo estes sendo inferiores a solução de referência e não se apresentando em situação crítica relativamente aos limites de necessidades e temperatura propostos para este estudo.

Soluções com 20% das fachadas envidraçadas

- Todas as com 20% das fachadas envidraçadas apresentam-se melhores que as soluções de referência 45% a 55% melhores do que a solução de referência, sendo que também não apresentam soluções críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

- Para estas soluções independentemente da pala, a parcela referente as necessidades de aquecimento é superior a de arrefecimento, ou seja varia consoante a solução de 90%-100% do total anual de energia, enquanto a parcela de arrefecimento corresponde até 10%.

4.3.4.1.2 Soluções orientadas a Oeste+Este:



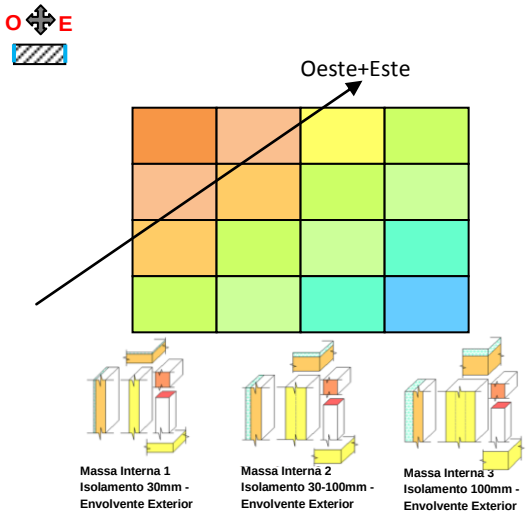
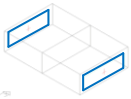


Figura 4.79: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado com orientação Oeste+Este.



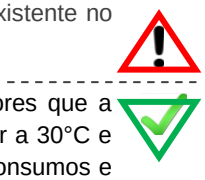
Soluções com pelo menos uma das fachadas envidraçada em 80%

- Sem palas: parte das soluções apresentam ser cerca de 10%-40% melhores que a solução de referência (quando associadas a vidro duplo especial baixo emissivo adoptado na Matriz e ventilação nocturna), entretanto grande parte das soluções apresentam-se entre 5% e 30% piores que a solução de referência (são principalmente aquelas que estão associadas a vidro duplo incolor). A maior parte destas soluções (sendo somente excepção quando associado a Rph NocII e a vidro especial V2) possuem valores de Necessidades de Arrefecimento que correspondem entre 50% e 80% do dispêndio de energia total anual (obtido para estas soluções através de simulação); bem como apresentam valores correspondentes a Média das Temperaturas Máximas na estação quente superiores a 30°C, ou seja, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia.

- Com Palas de 0.60m: soluções até 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz) tendem a apresentarem valores de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia. Para todas as soluções com estas orientações, áreas de envidraçados e tipo de pala horizontal, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento é cerca de 30%-70% do total anual (percentual superior ao verificado para as mesmas soluções mas com orientação Sul+Norte).

- Orientação com Palas de 1.20m: soluções com resultados cerca de 10% a 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor associadas a um Rph=0.8 (taxa de ventilação ao longo do ano) tendem a apresentarem valores de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia. Entretanto na maior parte destas soluções não se verificam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não apresentam situações críticas relativamente aos consumos e as condições de temperatura interior em ambas estações.

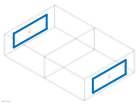
Observação: a exemplo e semelhança destas soluções orientadas a Oeste+Este (com envidraçado a Este correspondendo a 80% da fachada e o a Oeste correspondendo a 40% da fachada; e apresentando palas de dimensões de aproximadamente 1m na Face Este) pode-se considerar a unidade habitacional (existente no parque edificado de Lisboa), a qual foi denominada H6 (Apêndice I.3 do Anexo 4.1).



- Orientação Oeste com Palas de 1,90m: soluções com resultados cerca de 25% a 45% melhores que a solução de referência. Todas estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e as condições de temperatura interior em ambas estações.

Obs. soluções a Sul+Norte apresentam resultados bem melhores relativamente a solução de referência do que as soluções a Oeste+Este, entretanto em termos percentuais a parcela correspondente as necessidades de aquecimento para as soluções a Sul+Norte são superiores as verificadas para as soluções a Oeste+Este.

Obs: soluções 80O+40E apresentaram melhores resultados do que as soluções 80E+40O (isto devido a situação já descrita e identificada anteriormente para zonas orientadas a Este com grandes áreas de envidraçados submetidas as condições propostas na Matriz deste estudo). Portanto, As estratégias adoptadas na Matriz demonstraram não ser tão eficientes para estas soluções, as quais estão desprovidas de qualquer dispositivo de protecção (interior e exterior) junto ao envidraçado. Portanto verifica-se que as palas horizontais pouco foram eficazes (somente quando apresentam dimensões consideráveis) e que estas soluções apresentam dificuldade em dissipar o calor na estação quente.



Soluções com 60% da fachada envidraçada

- sem palas: soluções até 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor (com qualquer uma das taxas de ventilação expressas na Matriz) tendem a apresentarem valores de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia. Para todas as soluções com estas orientações, áreas de envidraçados e sem presença de pala horizontal, a parcela do consumo de energia referente as necessidades de arrefecimento é cerca de 35%-70% do total anual (percentual superior ao verificado para as mesmas soluções mas com orientação Sul+Norte).

- Com Palas de 0.60m: soluções com resultados cerca de 15% a 45% melhores que a solução de referência. As soluções com vidro duplo incolor associadas a um Rph=0.8 (taxa de ventilação ao longo do ano) tendem a apresentarem valores de Temp Med Max acima de 30°C, maior tendência a apresentar problemas ao nível do conforto de seus ocupantes na estação quente, assim como maior dispêndio de energia. Entretanto na maior parte das soluções não se verificam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não apresentam situações críticas relativamente aos consumos e as condições de temperatura interior em ambas estações.

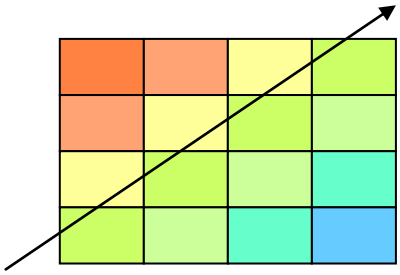
Observação: ao exemplo e semelhança das soluções orientadas a Oeste+Este com envidraçados em ambas as faces expostas correspondendo a 60% da fachada; associado a palas de dimensões 0.60m, pode-se considerar as unidades habitacionais (existentes no parque edificado de Lisboa), as quais foram denominadas H17+ e 15+ neste estudo, (Apêndice I.3 do Anexo 4.1). Estas soluções bem como as demais que estão indicadas nas secções da Matriz com o sinal (+) podem ser representadas através de um conjunto de soluções da Matriz localizados em diferentes secções da Matriz (cruzamento de informações).

- Com Palas superiores a 1.20m: soluções com resultados cerca de 25% a 50% melhores que a solução de referência. Todas estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e as condições de temperatura interior em ambas estações.

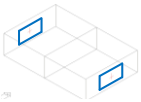
Obs. soluções a Sul+Norte apresentam resultados bem melhores relativamente a solução de referência do que as soluções a Oeste+Este, entretanto em termos percentuais a parcela correspondente as necessidades de aquecimento para as soluções a Sul+Norte são superiores as verificadas para as soluções a Oeste+Este.

Obs: soluções 80O+40E apresentaram melhores resultados do que as soluções 80E+40O (isto devido a situação já descrita e identificada anteriormente para zonas orientadas a Este com grandes áreas de envidraçados submetidas as condições propostas na Matriz deste estudo). Portanto, As estratégias adoptadas na Matriz demonstraram não ser tão eficientes para estas soluções, as quais estão desprovidas de qualquer dispositivo de protecção (interior e exterior) junto ao envidraçado. Portanto verifica-se que as palas horizontais pouco foram eficazes (somente quando apresentam dimensões consideráveis) e que estas soluções apresentam dificuldade em dissipar o calor na estação quente.

Linha de divisão sectores que apresentam soluções em situação crítica verão (em laranja-vermelho) e sectores que apresentam soluções dentro dos limites impostos para este estudo (fora de situação crítica em termos de energia e temperatura), (em verde-azul)



Resumo sectores da Matriz a apresentarem soluções com maior dispêndio de energia e Temp. Med. Max superiores a 30°C (Verão).



Soluções com 40% das fachadas envidraçadas

- As soluções orientadas a Oeste+Este com 40% das fachadas envidraçadas apresentam-se entre 25% a 50% melhores do que a solução de referência, sendo que praticamente a totalidade das soluções não apresentam situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano (somente excepção solução sem palas com V1 e Rph=0.8).

- Para todas as soluções (independentemente do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro) as parcelas referente as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 5% a 50% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 50% a 95% do total anual (dependendo da solução).

Soluções com 20% das fachadas envidraçadas

- Todas as soluções orientadas a Oeste+Este com 20% das fachadas envidraçadas apresentam-se 40% a 50% melhores do que a solução de referência (diferença entre resultados de até 10% tendo em conta as diferentes soluções com esta orientação e áreas de fachadas envidraçadas), sendo que também não se apresentam em situações críticas relativamente as necessidades e temperaturas ao longo do ano.

- Para estas soluções (independentemente do tipo de pala, ventilação e tipo de vidro), as parcelas referentes as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento. Parcelas de arrefecimento representam cerca de 1% a 20% do total anual (dependendo da solução), enquanto a parcela de aquecimento representam 80% a 99% do total anual (dependendo da solução).

Obs. maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno), para com as soluções a Oeste+Este que apresentam áreas de envidraçados inferiores a 40% em ambas as fachadas (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas).

Análise Temperatura Modelo 2 Intermédio – Orientação: Sul+Norte e Oeste+Este (Zona1 a Sul ou Oeste, e Zona2 Norte ou Este) Sem Dispositivo de Protecção Interior e Exterior

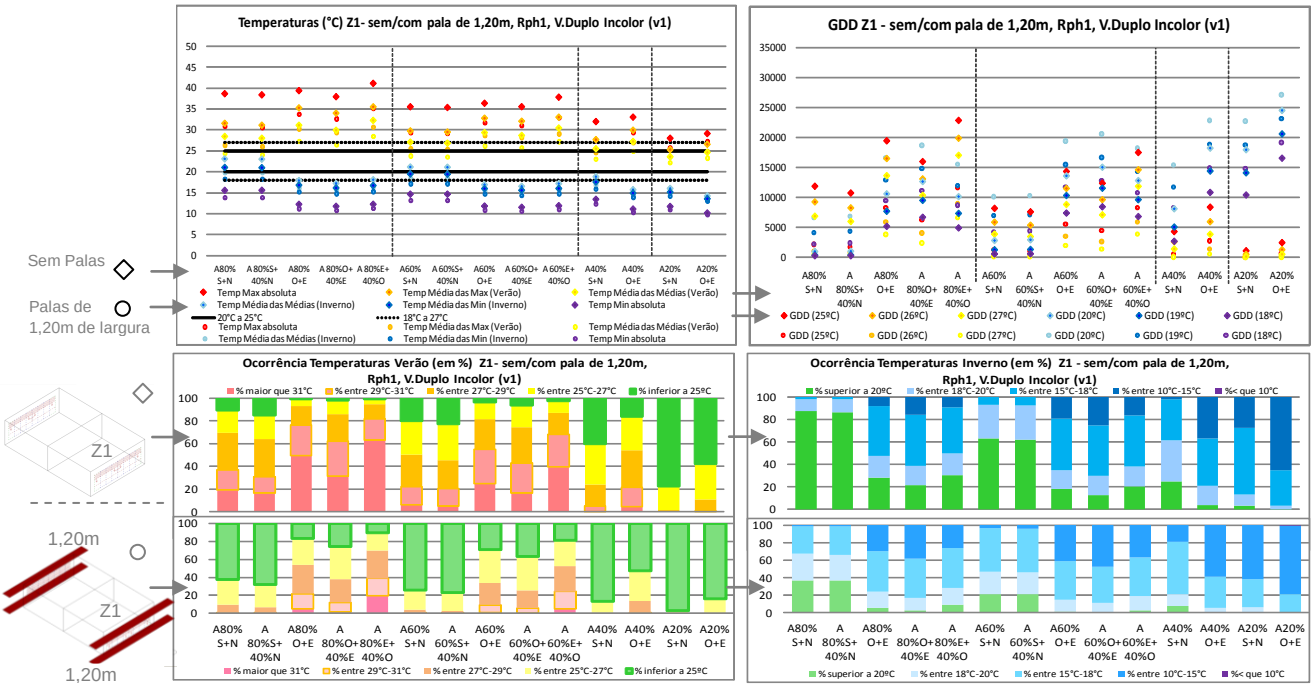


Figura 4.80: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções sem dispositivo Zona 1.

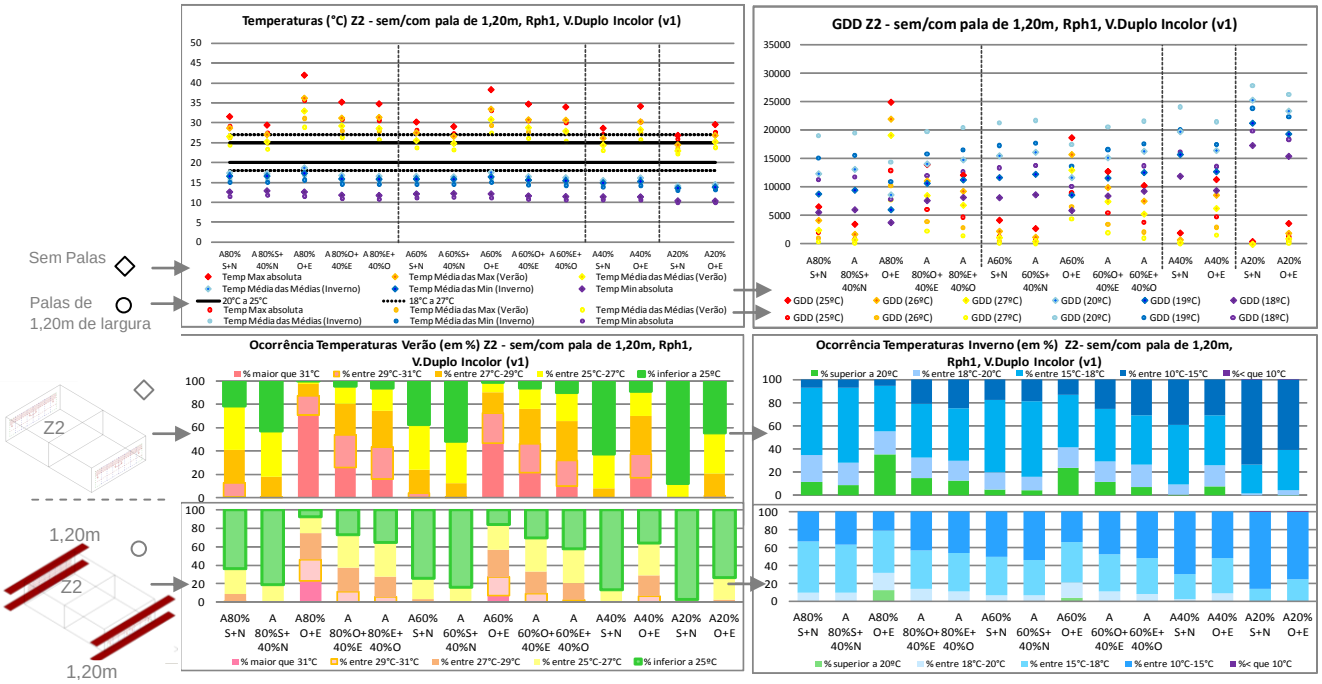


Figura 4.81: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções sem dispositivo Zona 2.

Verão:

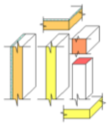
- Sul+ Norte: soluções com orientação Sul+Norte, de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C-40°C na Zona1 e entre 23°C-31°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 21°C-28°C na Zona1 e entre 21°C-27°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 21°C e 30°C (zona1) e entre 21°C e 27°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 5%-80% do tempo em Z1 (quando com palas inferiores a 0.60m) e em 5%-50% do tempo em Z2 (quando sem palas); isto para as soluções com Aenv 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas. Para as soluções com Aenv 40% da fachada (em ambas as faces expostas), verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 4%-55% do tempo em Z1 (quando sem palas) e em 5%-25% do tempo em Z2 (quando sem palas).

- Oeste+ Este: soluções com orientação Oeste+Este, de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C-42°C na Zona1 e entre 25°C-45°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 22°C-33°C na Zona1 e entre 23°C-34°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 22°C e 34°C (zona1) e entre 23°C e 36°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C (Z1) e -2°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -3°C (Z1) e -2°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C (Z1) e -2°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 5%-100% do tempo em Z1 e em 10%-100% do tempo em Z2; isto para as soluções com Aenv 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas (entretanto em ambas as zonas verifica-se soluções com temperatura superior a 31°C em mais de 50% do tempo). Para as soluções com Aenv 40% da fachada (em ambas as faces expostas), verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 5%-85% do tempo em Z1 e em 5%-90% do tempo em Z2.

Inverno:

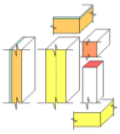
- Sul+ Norte: soluções com orientação Sul+Norte, de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 12°C-24°C na Zona1 e entre 10°C-17°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 10°C-18°C na Zona1 e entre 10°C-15°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 14°C e 24°C (zona1) e entre 13°C e 17°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -2°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2°C (Z1) e -0,5°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C (Z1) e -0,5°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada em pelo menos uma das faces, temperaturas inferiores a 18°C em cerca de 30%-80% do tempo em Z1 (quando com palas horizontais superiores a 1,20m) e em cerca de 50%-100% do tempo em Z2 (considerando sem palas até palas de dimensões 1,90m); sendo que 10%-35% do tempo em Z1 e 10%-80% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C. Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% das fachadas exteriores, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C em boa parte do tempo para quase a totalidade destas soluções, em cerca de 35%-95% do tempo em Z1 e em cerca de 90%-100% do tempo em Z2 (5%-70% do tempo em Z1 e 40%-85% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C).

- Oeste+ Este: soluções com orientação Oeste+Este, de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 11°C-18°C na Zona1 e entre 11°C-19°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 9°C-15°C na Zona1 e entre 10°C-16°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 13°C e 18°C (zona1) e entre 13°C e 19°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -1°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada em pelo menos uma das faces (considerando sem palas até palas de dimensões 1,90m) temperaturas inferiores a 18°C em cerca de 50%-95% do tempo em Z1 e em cerca de 45%-90% do tempo em Z2; sendo que 10%-60% do tempo em Z1 e 10%-50% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C. Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% das fachadas exteriores, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C em boa parte do tempo para quase a totalidade destas soluções, em cerca de 80%-100% do tempo em Z1 e em cerca de 75%-100% do tempo em Z2 (40%-80% do tempo em Z1 e 30%-75% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C).



Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

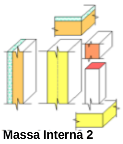
			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,57		0,51		0,94		0,77		0,80		0,49		0,47		0,78		0,71		0,72		0,47		0,66		0,50		0,59	
		V2	0,49		0,46		0,74		0,65		0,67		0,47		0,46		0,66		0,62		0,63		0,48		0,60		0,52		0,58	
	Rph Noct	V1	0,42		0,39		0,72		0,60		0,66		0,39		0,39		0,62		0,58		0,60		0,42		0,56		0,49		0,56	
		V2	0,41		0,40		0,62		0,57		0,60		0,43		0,42		0,57		0,56		0,57		0,46		0,56		0,53		0,57	
	Rph Noct	V1	0,26		0,28		0,43		0,41		0,45		0,30		0,31		0,42		0,43		0,44		0,37		0,46		0,48		0,53	
		V2	0,32		0,34		0,43		0,45		0,46		0,37		0,38		0,45		0,47		0,48		0,44		0,50		0,52		0,55	
V1-D. Incolor			57,4	42,6	63,7	36,3	43,1	56,9	61,4	38,6	56,5	43,5	73,0	27,0	76,2	23,8	59,3	40,7	69,2	30,8	66,5	33,5	87,5	12,5	76,8	23,2	96,9	3,1	92,2	7,8
V2-D. LOW-E SGG			74,6	25,4	79,2	20,8	61,5	38,5	75,9	24,1	71,9	28,1	85,3	14,7	87,3	12,7	74,3	25,7	81,3	18,7	79,4	20,6	93,4	6,6	86,3	13,7	98,4	1,6	95,6	4,4
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,45		0,42		0,79		0,68		0,71		0,44		0,42		0,69		0,64		0,65		0,45		0,61		0,51		0,58	
		V2	0,44		0,42		0,66		0,61		0,62		0,45		0,44		0,61		0,59		0,60		0,48		0,58		0,53		0,58	
	Rph Noct	V1	0,37		0,36		0,64		0,57		0,62		0,39		0,38		0,58		0,56		0,58		0,43		0,56		0,51		0,57	
		V2	0,40		0,40		0,58		0,55		0,58		0,43		0,43		0,56		0,55		0,56		0,48		0,56		0,54		0,58	
	Rph Noct	V1	0,28		0,30		0,42		0,43		0,46		0,33		0,34		0,44		0,45		0,46		0,41		0,48		0,51		0,54	
		V2	0,35		0,37		0,44		0,47		0,48		0,40		0,41		0,47		0,49		0,49		0,47		0,51		0,54		0,56	
V1-D. Incolor			75,8	24,2	80,7	19,3	57,1	42,9	73,1	26,9	68,0	32,0	86,3	13,7	88,5	11,5	70,9	29,1	79,0	21,0	76,4	23,6	94,4	5,6	84,4	15,6	98,8	1,2	95,2	4,8
V2-D. LOW-E SGG			87,5	12,5	90,7	9,3	72,8	27,2	84,2	15,8	80,6	19,4	93,4	6,6	94,7	5,3	82,7	17,3	88,0	12,0	86,3	13,7	97,4	2,6	91,3	8,7	99,5	0,5	97,4	2,6
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,44		0,41		0,70		0,63		0,65		0,44		0,43		0,64		0,61		0,62		0,47		0,59		0,53		0,58	
		V2	0,45		0,44		0,61		0,58		0,59		0,47		0,47		0,59		0,58		0,58		0,51		0,57		0,55		0,58	
	Rph Noct	V1	0,40		0,39		0,60		0,56		0,59		0,43		0,42		0,57		0,56		0,57		0,48		0,56		0,54		0,58	
		V2	0,44		0,44		0,56		0,56		0,57		0,47		0,47		0,56		0,56		0,57		0,51		0,57		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,33		0,35		0,44		0,46		0,48		0,39		0,40		0,47		0,48		0,49		0,46		0,51		0,54		0,56	
		V2	0,41		0,42		0,47		0,50		0,51		0,45		0,46		0,50		0,52		0,52		0,51		0,54		0,56		0,58	
V1-D. Incolor			88,0	12,0	91,4	8,6	70,4	29,6	82,5	17,5	77,8	22,2	93,6	6,4	95,1	4,9	80,8	19,2	86,6	13,4	84,3	15,7	97,4	2,6	90,2	9,8	99,5	0,5	97,1	2,9
V2-D. LOW-E SGG			94,8	5,2	96,8	3,2	83,0	17,0	90,8	9,2	87,9	12,1	97,4	2,6	98,1	1,9	89,6	10,4	93,1	6,9	91,8	8,2	99,0	1,0	95,0	5,0	99,9	0,1	98,6	1,4
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,48		0,46		0,63		0,60		0,61		0,49		0,49		0,60		0,59		0,60		0,52		0,59		0,56		0,59	
		V2	0,49		0,49		0,59		0,58		0,58		0,52		0,51		0,58		0,58		0,58		0,54		0,58		0,57		0,59	
	Rph Noct	V1	0,46		0,45		0,59		0,57		0,59		0,49		0,49		0,58		0,57		0,58		0,53		0,58		0,57		0,59	
		V2	0,50		0,49		0,57		0,57		0,58		0,52		0,52		0,57		0,58		0,58		0,55		0,58		0,59		0,60	
	Rph Noct	V1	0,41		0,42		0,47		0,50		0,51		0,46		0,46		0,50		0,52		0,52		0,51		0,54		0,56		0,58	
		V2	0,45		0,47		0,50		0,53		0,53		0,49		0,50		0,53		0,54		0,54		0,53		0,56		0,58		0,59	
V1-D. Incolor			95,3	4,7	97,2	2,8	82,8	17,2	90,9	9,1	87,3	12,7	97,4	2,6	98,2	1,8	89,4	10,6	93,0	7,0	91,4	8,6	98,9	1,1	94,8	5,2	99,8	0,2	98,6	1,4
V2-D. LOW-E SGG			97,6	2,4	98,7	1,3	90,2	9,8	95,1	4,9	93,1	6,9	98,8	1,2	99,2	0,8	94,2	5,8	96,3	3,7	95,4	4,6	99,5	0,5	97,3	2,7	99,9	0,1	99,3	0,7



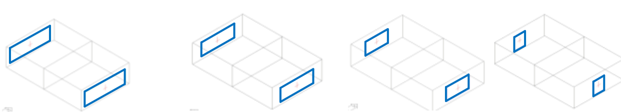
Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

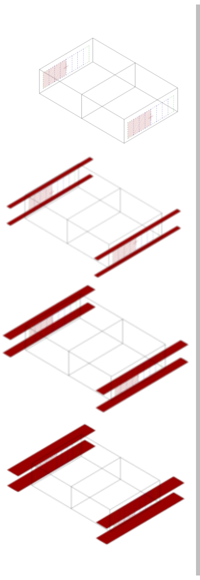
H13+ H17/H15+

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,56		0,51		0,94		0,77		0,80		0,49		0,46		0,78		0,71		0,72		0,46		0,65		0,49		0,58	
		V2	0,48		0,46		0,74		0,65		0,67		0,47		0,46		0,66		0,62		0,63		0,48		0,60		0,52		0,57	
	Rph Noct	V1	0,41		0,39		0,71		0,59		0,65		0,38		0,38		0,62		0,57		0,60		0,41		0,56		0,49		0,56	
		V2	0,40		0,40		0,61		0,56		0,59		0,42		0,42		0,57		0,55		0,56		0,46		0,55		0,52		0,57	
	Rph Noct	V1	0,25		0,27		0,42		0,41		0,44		0,29		0,30		0,41		0,42		0,44		0,37		0,45		0,48		0,52	
		V2	0,32		0,34		0,42		0,45		0,46		0,37		0,38		0,45		0,47		0,47		0,44		0,49		0,52		0,55	
V1-D. Incolor			57,9	42,1	64,1	35,9	43,2	56,8	61,8	38,2	56,7	43,3	73,6	26,4	76,7	23,3	59,6	40,4	69,7	30,3	66,9	33,1	88,0	12,0	77,2	22,8	97,2	2,8	92,6	7,4
V2-D. LOW-E SGG			75,4	24,6	79,8	20,2	61,9	38,1	76,3	23,7	72,3	27,7	85,9	14,1	87,9	12,1	74,7	25,3	81,8	18,2	79,8	20,2	93,9	6,1	86,7	13,3	98,7	1,3	95,9	4,1
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,45		0,41		0,79		0,68		0,70		0,43		0,42		0,69		0,64		0,65		0,45		0,61		0,50		0,58	
		V2	0,43		0,42		0,66		0,60		0,62		0,45		0,44		0,61		0,59		0,59		0,48		0,58		0,53		0,57	
	Rph Noct	V1	0,36		0,35		0,63		0,56		0,61		0,38		0,38		0,58		0,55		0,57		0,43		0,55		0,51		0,56	
		V2	0,40		0,39		0,57		0,55		0,57		0,43		0,43		0,55		0,55		0,56		0,48		0,55		0,54		0,58	
	Rph Noct	V1	0,27		0,29		0,41		0,42		0,45		0,33		0,34		0,43		0,45		0,46		0,41		0,48		0,51		0,54	
		V2	0,34		0,36		0,44		0,47		0,48		0,40		0,41		0,47		0,49		0,49		0,47		0,51		0,54		0,56	
V1-D. Incolor			76,4	23,6	81,2	18,8	57,4	42,6	73,6	26,4	68,4	31,6	86,8	13,2	89,0	11,0	71,4	28,6	79,5	20,5	76,8	23,2	94,8	5,2	84,9	15,1	99,1	0,9	95,5	4,5
V2-D. LOW-E SGG			88,2	11,8	91,2	8,8	73,3	26,7	84,7	15,3	81,0	19,0	93,9	6,1	95,2	4,8	83,2	16,8	88,4	11,6	86,7	13,3	97,7	2,3	91,7	8,3	99,7	0,3	97,7	2,3
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,41		0,70		0,63		0,65		0,44		0,43		0,63		0,61		0,61		0,47		0,59		0,52		0,58	
		V2	0,44		0,43		0,61		0,58		0,59		0,47		0,46		0,58		0,57		0,58		0,50		0,57		0,55		0,58	
	Rph Noct	V1	0,39		0,38		0,59		0,55		0,59		0,42		0,42		0,56		0,55		0,57		0,47		0,56		0,54		0,58	
		V2	0,43		0,43		0,56		0,55		0,57		0,47		0,47		0,56		0,56		0,56		0,51		0,57		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,33		0,35		0,43		0,46		0,48		0,39		0,40		0,46		0,48		0,49		0,46		0,51		0,54		0,56	
		V2	0,40		0,42		0,47		0,50		0,50		0,45		0,46		0,50		0,52		0,52		0,51		0,54		0,56		0,58	
V1-D. Incolor			88,6	11,4	92,0	8,0	70,8	29,2	83,0	17,0	78,2	21,8	94,1	5,9	95,5	4,5	81,2	18,8	87,0	13,0	84,6	15,4	97,7	2,3	90,5	9,5	99,7	0,3	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			95,4	4,6	97,2	2,8	83,5	16,5	91,2	8,8	88,2	11,8	97,8	2,2	98,5	1,5	90,0	10,0	93,4	6,6	92,1	7,9	99,3	0,7	95,3	4,7	99,9	0,1	98,8	1,2
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,47		0,45		0,63		0,60		0,61		0,49		0,48		0,60		0,59		0,59		0,52		0,58		0,56		0,58	
		V2	0,49		0,48		0,59		0,58		0,58		0,51		0,51		0,58		0,58		0,58		0,54		0,58		0,57		0,59	
	Rph Noct	V1	0,46		0,45		0,58		0,57		0,59		0,49		0,49		0,57		0,57		0,58		0,53		0,58		0,57		0,59	
		V2	0,49		0,49		0,57		0,57		0,57		0,52		0,52		0,57		0,57		0,57		0,55		0,58		0,59		0,60	
	Rph Noct	V1	0,41		0,42		0,47		0,50		0,51		0,46		0,46		0,50		0,52		0,52		0,51		0,54		0,57		0,58	
		V2	0,45		0,47		0,49		0,52		0,53		0,49		0,50		0,52		0,54		0,54		0,54		0,55		0,58		0,59	
V1-D. Incolor			95,7	4,3	97,6	2,4	83,2	16,8	91,3	8,7	87,6	12,4	97,7	2,3	98,5	1,5	89,7	10,3	93,3	6,7	91,7	8,3	99,1	0,9	95,1	4,9	99,9	0,1	98,8	1,2
V2-D. LOW-E SGG			98,0	2,0	99,0	1,0	90,6	9,4	95,4	4,6	93,4	6,6	99,0	1,0	99,4	0,6	94,6	5,4	96,6	3,4	95,8	4,2	99,7	0,3	97,6	2,4	100,0	0,0	99,5	0,5



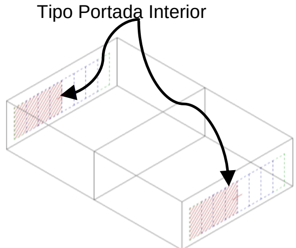
Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior





			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area Envidraçado			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph=0.8	V1	0,55		0,49		0,93		0,75		0,78		0,47		0,44		0,76		0,68		0,70		0,44		0,63		0,46		0,55	
		V2	0,47		0,44		0,72		0,63		0,65		0,45		0,43		0,63		0,59		0,60		0,45		0,57		0,49		0,54	
	Rph Noc I	V1	0,39		0,36		0,70		0,57		0,63		0,36		0,35		0,59		0,54		0,57		0,38		0,53		0,45		0,52	
		V2	0,39		0,37		0,59		0,53		0,57		0,40		0,39		0,54		0,52		0,54		0,43		0,52		0,49		0,53	
	Rph Noc II	V1	0,24		0,25		0,40		0,38		0,41		0,27		0,28		0,39		0,39		0,41		0,34		0,42		0,45		0,49	
		V2	0,30		0,31		0,40		0,42		0,43		0,35		0,35		0,42		0,44		0,44		0,41		0,46		0,49		0,51	
V1-D. Incolor			56,1	43,9	61,8	38,2	41,6	58,4	60,3	39,7	55,0	45,0	72,0	28,0	75,0	25,0	58,0	42,0	68,4	31,6	65,4	34,6	87,1	12,9	76,2	23,8	97,1	2,9	92,5	7,5
V2-D. LOW-E SGG			74,2	25,8	78,5	21,5	60,7	39,3	75,5	24,5	71,3	28,7	85,1	14,9	87,1	12,9	73,8	26,2	81,2	18,8	79,0	21,0	93,6	6,4	86,3	13,7	98,8	1,2	96,1	3,9
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,43		0,39		0,78		0,66		0,68		0,41		0,39		0,67		0,62		0,63		0,42		0,58		0,47		0,54	
		V2	0,42		0,39		0,64		0,58		0,60		0,42		0,42		0,58		0,56		0,57		0,45		0,55		0,49		0,54	
	Rph Noc I	V1	0,35		0,33		0,62		0,54		0,59		0,36		0,35		0,55		0,52		0,55		0,40		0,52		0,47		0,53	
		V2	0,38		0,37		0,55		0,52		0,55		0,41		0,40		0,53		0,52		0,53		0,45		0,52		0,51		0,54	
	Rph Noc II	V1	0,25		0,27		0,39		0,40		0,42		0,30		0,31		0,40		0,42		0,43		0,38		0,44		0,47		0,51	
		V2	0,33		0,34		0,42		0,44		0,45		0,38		0,39		0,44		0,46		0,46		0,44		0,48		0,51		0,53	
V1-D. Incolor			75,1	24,9	79,7	20,3	55,9	44,1	72,4	27,6	67,0	33,0	85,8	14,2	88,1	11,9	70,1	29,9	78,5	21,5	75,7	24,3	94,4	5,6	84,1	15,9	99,1	0,9	95,4	4,6
V2-D. LOW-E SGG			87,6	12,4	90,6	9,4	72,3	27,7	84,1	15,9	80,2	19,8	93,6	6,4	94,8	5,2	82,5	17,5	88,0	12,0	86,1	13,9	97,6	2,4	91,4	8,6	99,8	0,2	97,8	2,2
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,42		0,38		0,68		0,61		0,63		0,42		0,40		0,61		0,58		0,59		0,44		0,56		0,49		0,54	
		V2	0,43		0,41		0,59		0,56		0,57		0,45		0,44		0,56		0,55		0,55		0,47		0,54		0,51		0,54	
	Rph Noc I	V1	0,37		0,36		0,57		0,53		0,56		0,40		0,39		0,54		0,52		0,54		0,44		0,53		0,51		0,54	
		V2	0,41		0,41		0,54		0,53		0,54		0,44		0,44		0,53		0,53		0,53		0,48		0,53		0,53		0,55	
	Rph Noc II	V1	0,31		0,32		0,41		0,43		0,45		0,36		0,37		0,44		0,45		0,46		0,43		0,48		0,50		0,53	
		V2	0,39		0,39		0,45		0,47		0,48		0,43		0,43		0,47		0,49		0,49		0,48		0,51		0,53		0,54	
V1-D. Incolor			88,0	12,0	91,3	8,7	69,8	30,2	82,2	17,8	77,2	22,8	93,7	6,3	95,1	4,9	80,3	19,7	86,3	13,7	83,8	16,2	97,5	2,5	90,0	10,0	99,7	0,3	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			95,2	4,8	97,1	2,9	82,9	17,1	90,9	9,1	87,7	12,3	97,6	2,4	98,4	1,6	89,6	10,4	93,2	6,8	91,8	8,2	99,3	0,7	95,2	4,8	100,0	0,0	98,9	1,1
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,46		0,43		0,61		0,57		0,59		0,47		0,46		0,58		0,56		0,57		0,49		0,55		0,52		0,55	
		V2	0,47		0,46		0,57		0,55		0,56		0,49		0,48		0,55		0,55		0,55		0,51		0,55		0,54		0,55	
	Rph Noc I	V1	0,44		0,42		0,56		0,54		0,56		0,47		0,46		0,55		0,54		0,55		0,50		0,54		0,54		0,55	
		V2	0,48		0,47		0,55		0,54		0,55		0,50		0,49		0,54		0,54		0,55		0,52		0,55		0,55		0,56	
	Rph Noc II	V1	0,39		0,40		0,45		0,47		0,48		0,43		0,44		0,48		0,49		0,49		0,48		0,51		0,53		0,54	
		V2	0,44		0,45		0,47		0,50		0,50		0,47		0,48		0,50		0,51		0,51		0,51		0,52		0,54		0,55	
V1-D. Incolor			95,5	4,5	97,4	2,6	82,7	17,3	90,9	9,1	87,0	13,0	97,6	2,4	98,4	1,6	89,3	10,7	93,1	6,9	91,3	8,7	99,1	0,9	94,9	5,1	99,9	0,1	98,8	1,2
V2-D. LOW-E SGG			97,9	2,1	99,0	1,0	90,3	9,7	95,3	4,7	93,2	6,8	99,0	1,0	99,4	0,6	94,4	5,6	96,6	3,4	95,7	4,3	99,7	0,3	97,6	2,4	100,0	0,0	99,6	0,4

Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Interior – Tipo Portada Interior



Modelo 2 Intermédio

Legenda

Temp. Med Min. Inferior a 13°C

Temp. Med Max. superior a 30°C

superior a 1

1 1= 8180,17 kWh

Solução de Referência

inferior a 1

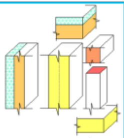
entre 0.8 e 1

entre 0.6 e 0.8

entre 0.4 e 0.6

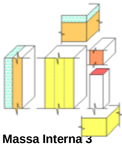
entre 0.2 e 0.4

entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,55		0,48		0,92		0,74		0,77		0,46		0,43		0,75		0,67		0,68		0,42		0,61		0,44		0,52	
		V2	0,46		0,42		0,71		0,61		0,63		0,43		0,42		0,62		0,58		0,59		0,43		0,55		0,46		0,51	
	Rph Noct	V1	0,38		0,35		0,69		0,56		0,62		0,35		0,34		0,58		0,53		0,55		0,36		0,51		0,43		0,49	
		V2	0,38		0,36		0,58		0,52		0,55		0,38		0,38		0,53		0,51		0,52		0,41		0,50		0,47		0,51	
	Rph Noct	V1	0,23		0,23		0,39		0,37		0,40		0,25		0,26		0,37		0,38		0,39		0,32		0,40		0,43		0,46	
		V2	0,29		0,29		0,39		0,40		0,42		0,33		0,34		0,41		0,42		0,42		0,39		0,44		0,47		0,49	
V1-D. Incolor			54,9	45,1	60,3	39,7	40,5	59,5	59,3	40,7	53,9	46,1	70,9	29,1	73,9	26,1	56,9	43,1	67,5	32,5	64,5	35,5	86,5	13,5	75,5	24,5	97,1	2,9	92,4	7,6
V2-D. LOW-E SGG			73,5	26,5	77,6	22,4	60,0	40,0	75,0	25,0	70,6	29,4	84,6	15,4	86,5	13,5	73,2	26,8	80,8	19,2	78,5	21,5	93,4	6,6	86,0	14,0	98,8	1,2	96,1	3,9
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,38		0,77		0,65		0,67		0,40		0,38		0,65		0,60		0,61		0,40		0,56		0,45		0,52	
		V2	0,41		0,38		0,63		0,57		0,58		0,41		0,40		0,57		0,54		0,55		0,43		0,53		0,47		0,51	
	Rph Noct	V1	0,34		0,32		0,61		0,52		0,57		0,34		0,33		0,54		0,51		0,53		0,38		0,50		0,45		0,50	
		V2	0,37		0,35		0,54		0,51		0,53		0,39		0,38		0,51		0,50		0,51		0,43		0,50		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,24		0,25		0,38		0,38		0,41		0,29		0,30		0,39		0,40		0,41		0,36		0,42		0,45		0,48	
		V2	0,31		0,32		0,40		0,43		0,43		0,36		0,37		0,43		0,44		0,44		0,42		0,46		0,49		0,51	
V1-D. Incolor			74,2	25,8	78,7	21,3	55,0	45,0	71,7	28,3	66,0	34,0	85,2	14,8	87,4	12,6	69,2	30,8	77,8	22,2	74,9	25,1	94,1	5,9	83,6	16,4	99,1	0,9	95,4	4,6
V2-D. LOW-E SGG			87,1	12,9	90,1	9,9	71,7	28,3	83,7	16,3	79,6	20,4	93,3	6,7	94,6	5,4	82,0	18,0	87,7	12,3	85,7	14,3	97,5	2,5	91,2	8,8	99,8	0,2	97,8	2,2
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,41		0,37		0,67		0,60		0,62		0,41		0,39		0,60		0,56		0,57		0,42		0,54		0,47		0,52	
		V2	0,42		0,39		0,58		0,54		0,55		0,43		0,42		0,54		0,53		0,53		0,46		0,52		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,36		0,34		0,56		0,51		0,55		0,38		0,37		0,52		0,51		0,52		0,42		0,51		0,48		0,52	
		V2	0,40		0,39		0,53		0,51		0,53		0,43		0,42		0,52		0,51		0,52		0,46		0,51		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,30		0,31		0,40		0,42		0,43		0,35		0,35		0,42		0,43		0,44		0,41		0,46		0,48		0,50	
		V2	0,37		0,38		0,44		0,46		0,46		0,41		0,42		0,46		0,47		0,47		0,46		0,49		0,51		0,52	
V1-D. Incolor			87,5	12,5	90,8	9,2	69,1	30,9	81,7	18,3	76,5	23,5	93,3	6,7	94,8	5,2	79,7	20,3	85,9	14,1	83,3	16,7	97,4	2,6	89,7	10,3	99,7	0,3	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			95,0	5,0	96,9	3,1	82,5	17,5	90,7	9,3	87,4	12,6	97,5	2,5	98,3	1,7	89,3	10,7	93,0	7,0	91,6	8,4	99,3	0,7	95,1	4,9	100,0	0,0	99,0	1,0
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,45		0,41		0,60		0,56		0,57		0,45		0,44		0,56		0,55		0,55		0,47		0,53		0,50		0,52	
		V2	0,46		0,44		0,56		0,54		0,54		0,48		0,47		0,54		0,53		0,53		0,49		0,53		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,43		0,41		0,55		0,52		0,55		0,45		0,44		0,53		0,52		0,53		0,48		0,53		0,51		0,53	
		V2	0,46		0,45		0,54		0,53		0,53		0,48		0,47		0,53		0,53		0,53		0,50		0,53		0,53		0,54	
	Rph Noct	V1	0,38		0,38		0,44		0,46		0,47		0,42		0,42		0,46		0,47		0,47		0,46		0,49		0,51		0,52	
		V2	0,43		0,43		0,46		0,48		0,49		0,46		0,46		0,48		0,49		0,49		0,49		0,50		0,52		0,53	
V1-D. Incolor			95,4	4,6	97,3	2,7	82,3	17,7	90,7	9,3	86,7	13,3	97,5	2,5	98,3	1,7	89,0	11,0	92,8	7,2	91,0	9,0	99,0	1,0	94,8	5,2	99,9	0,1	98,9	1,1
V2-D. LOW-E SGG			97,9	2,1	98,9	1,1	90,1	9,9	95,2	4,8	93,0	7,0	99,0	1,0	99,4	0,6	94,3	5,7	96,5	3,5	95,6	4,4	99,7	0,3	97,5	2,5	100,0	0,0	99,6	0,4



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,54		0,48		0,92		0,74		0,77		0,45		0,43		0,75		0,67		0,68		0,42		0,61		0,44		0,52	
		V2	0,46		0,42		0,71		0,61		0,63		0,43		0,41		0,62		0,57		0,58		0,43		0,54		0,46		0,51	
	Rph Noct	V1	0,38		0,35		0,69		0,55		0,61		0,34		0,33		0,57		0,52		0,55		0,36		0,50		0,43		0,49	
		V2	0,37		0,35		0,58		0,51		0,55		0,38		0,37		0,52		0,50		0,51		0,41		0,50		0,47		0,50	
	Rph Noct	V1	0,22		0,23		0,38		0,36		0,39		0,25		0,25		0,36		0,37		0,38		0,32		0,39		0,43		0,46	
		V2	0,28		0,29		0,38		0,40		0,41		0,33		0,33		0,40		0,42		0,42		0,39		0,44		0,47		0,49	
V1-D. Incolor			54,9	45,1	60,4	39,6	40,5	59,5	59,6	40,4	54,0	46,0	71,1	28,9	74,1	25,9	57,1	42,9	67,8	32,2	64,7	35,3	86,8	13,2	75,9	24,1	97,3	2,7	92,7	7,3
V2-D. LOW-E SGG			73,7	26,3	77,8	22,2	60,2	39,8	75,3	24,7	70,8	29,2	84,9	15,1	86,8	13,2	73,5	26,5	81,1	18,9	78,8	21,2	93,6	6,4	86,4	13,6	99,0	1,0	96,4	3,6
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,42		0,37		0,77		0,64		0,67		0,39		0,37		0,65		0,60		0,61		0,40		0,56		0,44		0,51	
		V2	0,40		0,38		0,63		0,56		0,58		0,41		0,40		0,57		0,54		0,55		0,43		0,53		0,47		0,51	
	Rph Noct	V1	0,33		0,31		0,60		0,52		0,57		0,34		0,33		0,53		0,50		0,52		0,38		0,50		0,45		0,50	
		V2	0,36		0,35		0,54		0,50		0,53		0,39		0,38		0,51		0,50		0,51		0,43		0,50		0,48		0,51	
	Rph Noct	V1	0,24		0,25		0,37		0,38		0,40		0,28		0,29		0,38		0,40		0,41		0,36		0,42		0,45		0,48	
		V2	0,31		0,32		0,40		0,42		0,43		0,36		0,37		0,42		0,44		0,44		0,42		0,46		0,48		0,50	
V1-D. Incolor			74,3	25,7	78,8	21,2	55,1	44,9	72,0	28,0	66,2	33,8	85,4	14,6	87,6	12,4	69,5	30,5	78,2	21,8	75,2	24,8	94,4	5,6	83,9	16,1	99,3	0,7	95,6	4,4
V2-D. LOW-E SGG			87,4	12,6	90,4	9,6	72,1	27,9	84,1	15,9	79,9	20,1	93,6	6,4	94,9	5,1	82,3	17,7	88,0	12,0	86,0	14,0	97,8	2,2	91,5	8,5	99,9	0,1	98,1	1,9
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,41		0,37		0,67		0,59		0,61		0,40		0,38		0,59		0,56		0,57		0,42		0,54		0,46		0,51	
		V2	0,41		0,39		0,58		0,54		0,55		0,43		0,42		0,54		0,53		0,53		0,45		0,52		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,36		0,34		0,56		0,51		0,54		0,38		0,37		0,52		0,50		0,52		0,42		0,50		0,48		0,51	
		V2	0,40		0,39		0,52		0,51		0,52		0,43		0,42		0,51		0,51		0,51		0,46		0,51		0,51		0,52	
	Rph Noct	V1	0,29		0,30		0,39		0,41		0,43		0,35		0,35		0,42		0,43		0,44		0,41		0,45		0,48		0,50	
		V2	0,37		0,38		0,43		0,45		0,46		0,41		0,42		0,46		0,47		0,47		0,46		0,49		0,51		0,52	
V1-D. Incolor			87,8	12,2	91,1	8,9	69,4	30,6	82,1	17,9	76,7	23,3	93,6	6,4	95,1	4,9	80,1	19,9	86,2	13,8	83,6	16,4	97,7	2,3	90,0	10,0	99,8	0,2	97,6	2,4
V2-D. LOW-E SGG			95,3	4,7	97,2	2,8	82,8	17,2	91,0	9,0	87,7	12,3	97,8	2,2	98,6	1,4	89,6	10,4	93,3	6,7	91,9	8,1	99,5	0,5	95,4	4,6	####	0,0	99,2	0,8
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,44		0,41		0,60		0,56		0,57		0,45		0,44		0,56		0,54		0,55		0,47		0,53		0,50		0,52	
		V2	0,46		0,44		0,55		0,53		0,54		0,47		0,46		0,53		0,53		0,53		0,49		0,52		0,51		0,52	
	Rph Noct	V1	0,42		0,41		0,55		0,52		0,54		0,45		0,44		0,53		0,52		0,53		0,48		0,52		0,51		0,53	
		V2	0,46		0,45		0,53		0,52		0,53		0,48		0,47		0,53		0,52		0,52		0,50		0,53		0,53		0,54	
	Rph Noct	V1	0,37		0,38		0,43		0,45		0,46		0,41		0,42		0,46		0,47		0,47		0,46		0,49		0,51		0,52	
		V2	0,42		0,43		0,46		0,48		0,48		0,45		0,46		0,48		0,49		0,49		0,49		0,50		0,52		0,53	
V1-D. Incolor			95,6	4,4	97,6	2,4	82,6	17,4	91,0	9,0	86,9	13,1	97,7	2,3	98,5	1,5	89,3	10,7	93,1	6,9	91,3	8,7	99,2	0,8	95,1	4,9	####	0,0	99,1	0,9
V2-D. LOW-E SGG			98,1	1,9	99,1	0,9	90,4	9,6	95,5	4,5	93,3	6,7	99,1	0,9	99,6	0,4	94,6	5,4	96,8	3,2	95,8	4,2	99,8	0,2	97,8	2,2	####	0,0	99,8	0,2

4.3.4.2 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Interior** junto ao envidraçado

- Somente algumas soluções da Matriz tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, sendo esta situação identificada nesta secção mais propriamente relacionada com as questões arrefecimento (estação quente).

As soluções que apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C, são:
- Soluções a Oeste+Este: com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das fachadas, palas inferiores a 0.60m, com Portada I associada a Rph=0.8, com vidro duplo incolor (V1).
- Soluções a Oeste+Este: com área de envidraçado de 80% da fachada em pelo menos uma das fachadas, sem palas, com Portada II associada a Rph Noc I, com vidro duplo incolor (V1).

As demais soluções da Matriz tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do apresentado na Secção da Matriz correspondente ao Modelo II Intermédio sem dispositivos de protecção interior junto ao envidraçado. Desta forma ao estabelecer comparação entre as duas Secções da Matriz (sem dispositivo e com dispositivo interior) fica evidenciando (mesmo que para algumas soluções sob determinadas orientações não seja o mais eficaz) de alguma forma a importância da presença de um dispositivo de protecção, mesmo este sendo interior.

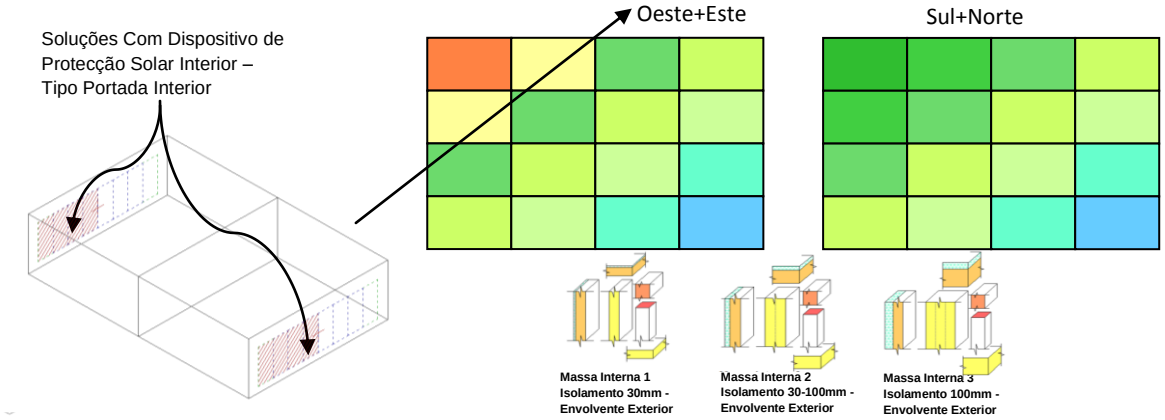


Figura 4.82: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior (tipo portada) junto ao envidraçado.

A seguir uma tabela resumo, a qual demonstra em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo2 Intermédio com portada interiores e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

	80% env	80%+40% env	60% env	60%+40% env	40% env	20% env
Sul+Norte	45% a 75%	50% a75%	50% a 70%	50% a 70%	50% a 65%	45% a 55%
Oeste+Este	10% a 60%	25% a 60%	25% a 60%	30% a 60%	40% a 55%	45% a 50%

Figura 4.83: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 2- Intermédio com dispositivo de protecção Interior.

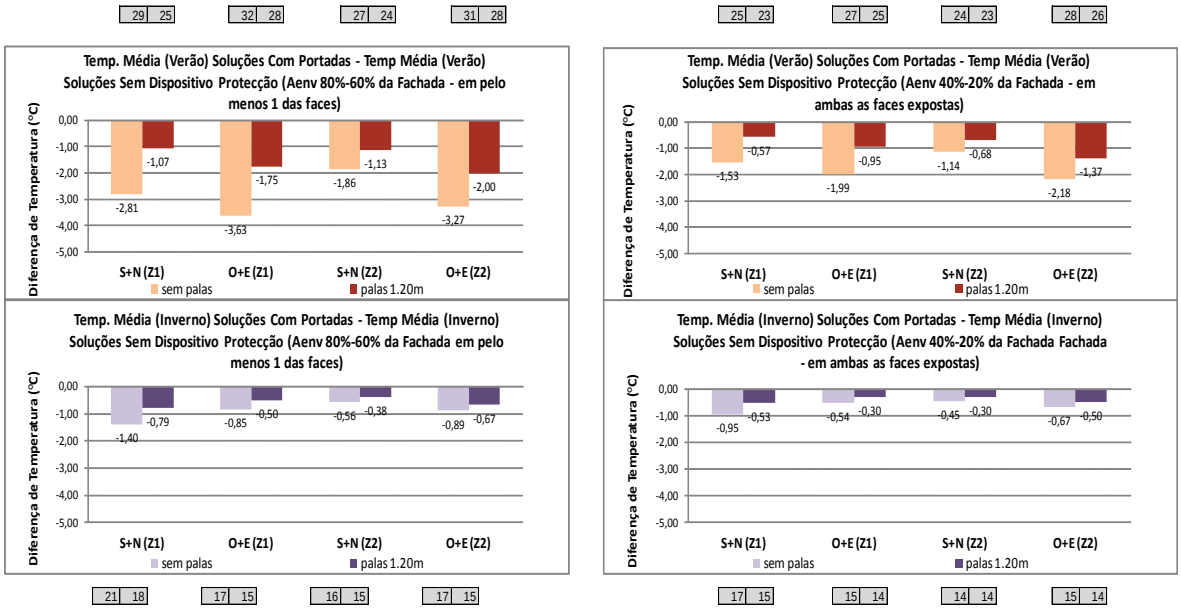
A medida que a área de envidraçado foi sendo reduzida, os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias) indicados foi sendo menor; enquanto os referentes ao limite mínimo (valores percentuais mínimos) aumentam. Entretanto de forma geral as soluções Sul+Norte desta secção da matriz apresentam-se entre 50% e 70% melhores que a solução de referência (independentemente das áreas de envidraçados); enquanto as soluções Oeste-Este apresentam-se entre 40% e 60% melhores que a de referência.

Observação: como exemplo a estas soluções pode-se considerar as unidades habitacionais (existentes no parque edificado de Lisboa), as quais foram denominadas H17+, 15+ e H13+ neste estudo.

Praticamente para todas as soluções desta Secção da Matriz, independentemente da área de envidraçado e orientação, apresentaram as parcelas referentes as necessidades de aquecimento superiores as parcelas de arrefecimento (em termos percentuais), ou seja, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo

do ano para estas). Sendo isto ainda mais evidente a medida que as dimensões das palas vão aumentando (a parcela referente as necessidades de arrefecimento diminui enquanto a parcela de aquecimento aumenta).

Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção interior (portada interior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:



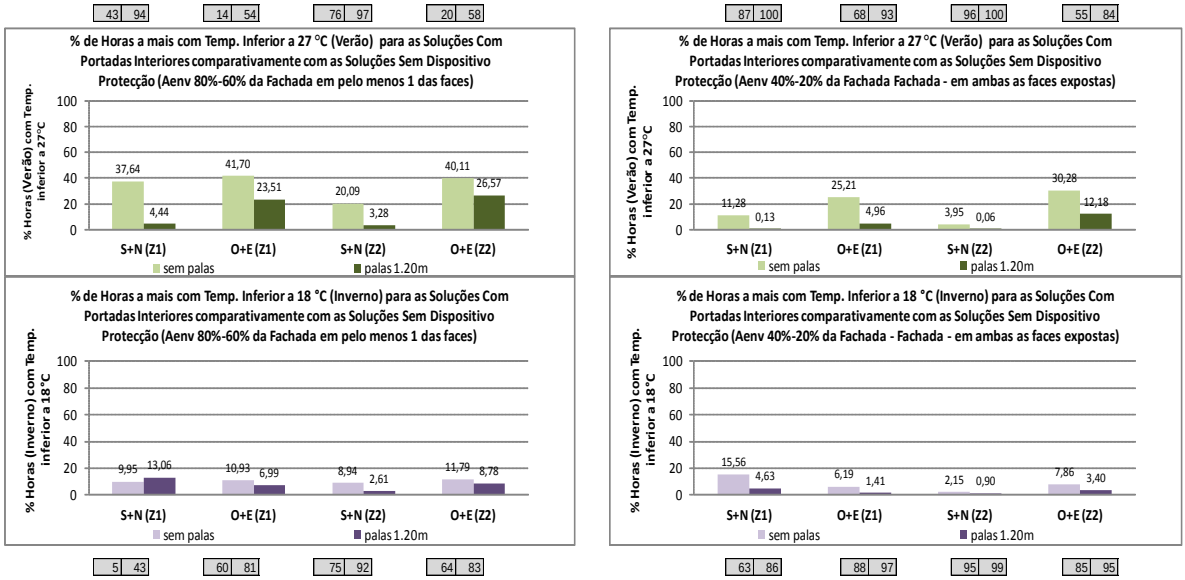
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.84: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Interior, Modelo 2-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Oeste-Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 1°C e 3,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em até 40% do tempo.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul-Norte, posteriormente a as orientadas a Oeste-Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 1,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 15% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.85: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Interior, Modelo 2-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 40% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 75% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 35% das horas (Z1) e 20% das horas (Z2), com temperatura inferior a 27°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de aproximadamente 20% das horas (na estação quente) com temperatura inferior a 27°C para 55%-60% (em ambas as zonas).

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 5% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 75% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 10% das horas (Z1) e (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 60% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 70% (em ambas as zonas).

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 20%-40% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 65% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 95% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 15% das horas (Z1) e 2% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 90% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 95% (em ambas as zonas).

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção interior do tipo portadaII (Secção4.2), e que este dispositivo estaria parcialmente aberto durante o Dia (horas de Sol) cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 50% do mesmo.

Análise Temperatura Modelo 2 Intermédio – Com Portada Interior

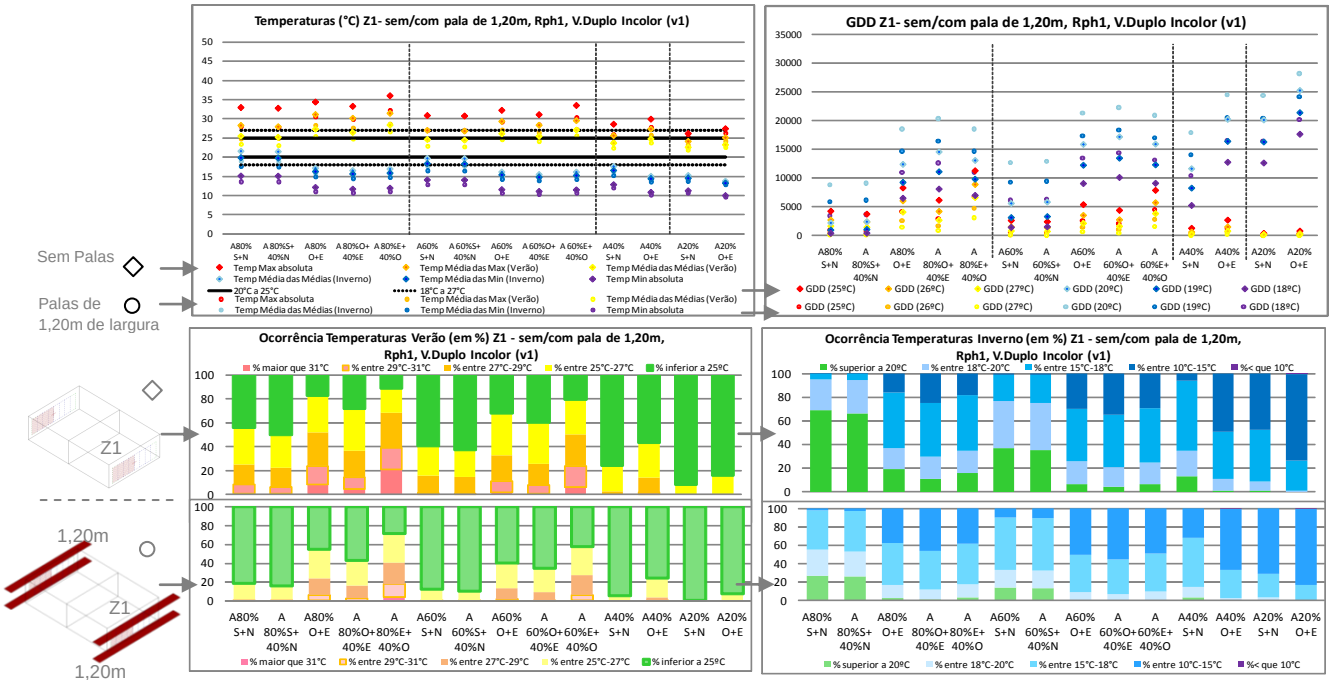


Figura 4.86: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior (Zona 1).

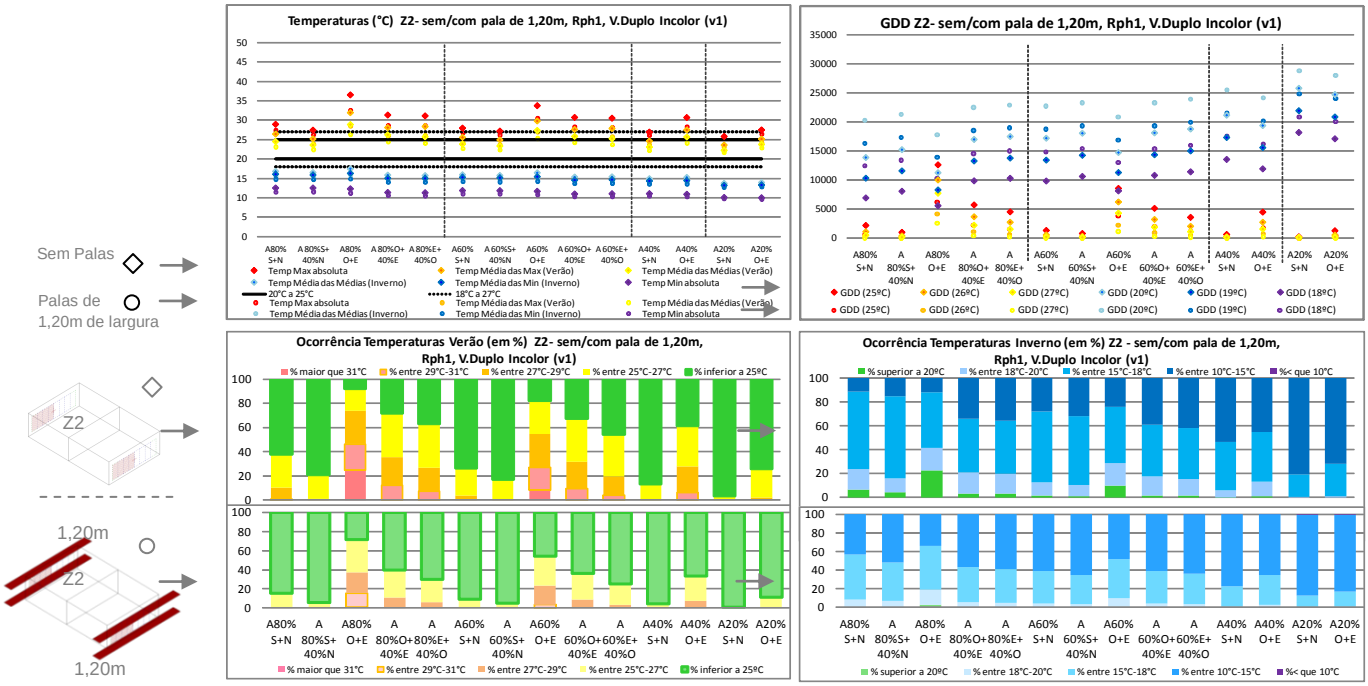


Figura 4.87: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Interior (Zona 2).

Verão:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1°C a 3°C (Z1) e 1°C a 2°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1,5°C (Z1) e 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 5%-40% do tempo na Zona1 e mais 5%-20% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-10% do tempo na Zona1 e até mais 5% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 2°C a 3,5°C (Z1) e 2°C a 3,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 1°C a 2°C (Z1) e 1,5°C a 2°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 25%-40% do tempo na Zona1 e mais 25%-40% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-25% do tempo na Zona1 e mais 10%-30% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

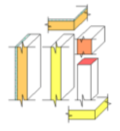
Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas e principalmente sob as orientações Oeste+Este.

Inverno:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 1,5°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 10%-15% do tempo na Zona1 e mais 2%-10% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-15% do tempo na Zona1 e até mais 2% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

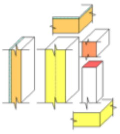
Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 1°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 5%-10% do tempo na Zona1 e mais 10% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo na Zona1 e mais 3%-10% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).



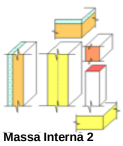
Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,54		0,50		0,81		0,72		0,69		0,49		0,47		0,70		0,67		0,66		0,48		0,63		0,51		0,58	
		V2	0,48		0,46		0,65		0,62		0,61		0,48		0,47		0,61		0,60		0,59		0,49		0,58		0,53		0,58	
	Rph Noct	V1	0,38		0,37		0,53		0,52		0,51		0,38		0,38		0,51		0,51		0,51		0,42		0,52		0,50		0,56	
		V2	0,39		0,39		0,50		0,52		0,52		0,43		0,43		0,51		0,52		0,53		0,47		0,54		0,54		0,57	
	Rph Noct	V1	0,36		0,35		0,53		0,51		0,52		0,37		0,36		0,51		0,50		0,51		0,41		0,51		0,50		0,55	
		V2	0,38		0,38		0,49		0,50		0,51		0,41		0,42		0,50		0,51		0,52		0,47		0,53		0,53		0,57	
V1-D. Incolor			64,7	35,3	69,0	31,0	58,5	41,5	70,7	29,3	72,4	27,6	78,2	21,8	80,4	19,6	71,9	28,1	78,1	21,9	78,9	21,1	90,1	9,9	84,9	15,1	97,6	2,4	95,1	4,9
V2-D. LOW-E SGG			82,8	17,2	85,8	14,2	77,3	22,7	84,9	15,1	85,8	14,2	90,4	9,6	91,6	8,4	85,7	14,3	89,1	10,9	89,4	10,6	95,7	4,3	92,6	7,4	99,0	1,0	97,5	2,5
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,46		0,43		0,73		0,67		0,65		0,44		0,43		0,66		0,63		0,62		0,46		0,60		0,51		0,58	
		V2	0,44		0,43		0,62		0,60		0,59		0,46		0,45		0,59		0,58		0,58		0,49		0,58		0,54		0,58	
	Rph Noct	V1	0,37		0,36		0,51		0,52		0,51		0,38		0,38		0,51		0,52		0,52		0,43		0,53		0,51		0,57	
		V2	0,40		0,40		0,51		0,52		0,53		0,44		0,44		0,52		0,54		0,54		0,49		0,55		0,55		0,58	
	Rph Noct	V1	0,35		0,34		0,52		0,51		0,52		0,37		0,37		0,51		0,51		0,52		0,43		0,52		0,51		0,56	
		V2	0,38		0,39		0,50		0,51		0,52		0,42		0,43		0,51		0,52		0,53		0,48		0,54		0,54		0,58	
V1-D. Incolor			76,5	23,5	79,7	20,3	68,6	31,4	78,4	21,6	80,1	19,9	86,6	13,4	88,1	11,9	79,6	20,4	84,2	15,8	85,0	15,0	94,6	5,4	89,4	10,6	99,0	1,0	96,8	3,2
V2-D. LOW-E SGG			89,8	10,2	91,9	8,1	83,6	16,4	89,3	10,7	90,1	9,9	94,8	5,2	95,6	4,4	89,9	10,1	92,5	7,5	92,8	7,2	98,0	2,0	95,0	5,0	99,7	0,3	98,5	1,5
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,40		0,66		0,63		0,61		0,43		0,42		0,62		0,61		0,60		0,46		0,59		0,52		0,58	
		V2	0,44		0,43		0,59		0,58		0,58		0,47		0,46		0,58		0,58		0,58		0,50		0,58		0,55		0,59	
	Rph Noct	V1	0,39		0,38		0,53		0,54		0,54		0,41		0,41		0,54		0,54		0,55		0,46		0,55		0,53		0,58	
		V2	0,43		0,43		0,53		0,55		0,55		0,47		0,47		0,55		0,56		0,56		0,51		0,57		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,38		0,37		0,53		0,53		0,55		0,41		0,41		0,53		0,54		0,55		0,46		0,55		0,53		0,58	
		V2	0,42		0,42		0,53		0,54		0,55		0,46		0,46		0,54		0,55		0,56		0,51		0,56		0,56		0,59	
V1-D. Incolor			87,8	12,2	90,2	9,8	79,1	20,9	85,5	14,5	87,0	13,0	93,7	6,3	94,8	5,2	86,7	13,3	89,7	10,3	90,3	9,7	97,6	2,4	93,3	6,7	99,6	0,4	98,0	2,0
V2-D. LOW-E SGG			96,0	4,0	97,2	2,8	90,3	9,7	93,8	6,2	94,4	5,6	98,0	2,0	98,5	1,5	94,2	5,8	95,7	4,3	95,9	4,1	99,3	0,7	97,2	2,8	99,9	0,1	99,2	0,8
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,47		0,44		0,62		0,61		0,60		0,48		0,47		0,60		0,60		0,60		0,51		0,59		0,55		0,59	
		V2	0,49		0,48		0,59		0,59		0,58		0,51		0,51		0,58		0,58		0,59		0,54		0,59		0,57		0,60	
	Rph Noct	V1	0,46		0,44		0,57		0,57		0,58		0,48		0,48		0,57		0,58		0,58		0,52		0,58		0,57		0,60	
		V2	0,49		0,49		0,57		0,58		0,58		0,52		0,52		0,58		0,58		0,59		0,55		0,59		0,59		0,61	
	Rph Noct	V1	0,45		0,44		0,57		0,57		0,59		0,48		0,47		0,57		0,57		0,58		0,52		0,58		0,57		0,60	
		V2	0,48		0,48		0,56		0,57		0,58		0,51		0,51		0,57		0,57		0,58		0,54		0,58		0,58		0,60	
V1-D. Incolor			96,3	3,7	97,7	2,3	89,6	10,4	93,1	6,9	93,8	6,2	98,0	2,0	98,6	1,4	93,6	6,4	95,2	4,8	95,5	4,5	99,2	0,8	96,9	3,1	99,9	0,1	99,2	0,8
V2-D. LOW-E SGG			98,4	1,6	99,1	0,9	94,9	5,1	96,8	3,2	97,2	2,8	99,2	0,8	99,5	0,5	97,0	3,0	97,8	2,2	98,0	2,0	99,7	0,3	98,6	1,4	100,0	0,0	99,7	0,3

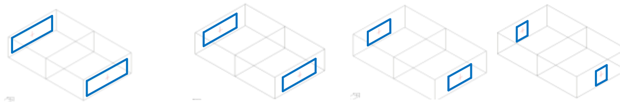


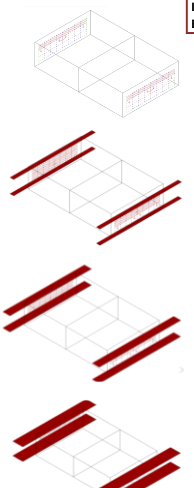
Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,54		0,49		0,80		0,72		0,69		0,48		0,47		0,70		0,66		0,65		0,47		0,62		0,51		0,58	
		V2	0,48		0,46		0,65		0,62		0,60		0,47		0,47		0,61		0,59		0,59		0,49		0,58		0,53		0,58	
	Rph Noct	V1	0,37		0,36		0,52		0,51		0,51		0,38		0,37		0,50		0,51		0,51		0,42		0,51		0,50		0,56	
		V2	0,39		0,39		0,49		0,51		0,51		0,42		0,42		0,51		0,52		0,52		0,47		0,54		0,54		0,57	
	Rph Noct	V1	0,35		0,34		0,52		0,50		0,52		0,36		0,36		0,50		0,49		0,50		0,41		0,51		0,49		0,55	
		V2	0,37		0,38		0,48		0,50		0,51		0,41		0,41		0,50		0,51		0,51		0,46		0,53		0,53		0,57	
V1-D. Incolor			65,1	34,9	69,3	30,7	58,7	41,3	71,1	28,9	72,8	27,2	78,8	21,2	80,9	19,1	72,4	27,6	78,6	21,4	79,4	20,6	90,7	9,3	85,4	14,6	97,9	2,1	95,4	4,6
V2-D. LOW-E SGG			83,6	16,4	86,4	13,6	77,8	22,2	85,4	14,6	86,3	13,7	91,0	9,0	92,2	7,8	86,1	13,9	89,5	10,5	89,9	10,1	96,2	3,8	93,0	7,0	99,2	0,8	97,8	2,2
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,45		0,42		0,73		0,67		0,64		0,44		0,43		0,65		0,63		0,62		0,45		0,60		0,50		0,58	
		V2	0,44		0,43		0,61		0,59		0,58		0,46		0,45		0,59		0,58		0,58		0,49		0,57		0,53		0,58	
	Rph Noct	V1	0,36		0,35		0,50		0,51		0,51		0,38		0,37		0,50		0,51		0,51		0,43		0,53		0,51		0,56	
		V2	0,39		0,39		0,50		0,52		0,52		0,43		0,43		0,52		0,53		0,53		0,48		0,55		0,55		0,58	
	Rph Noct	V1	0,34		0,33		0,51		0,50		0,52		0,37		0,36		0,50		0,50		0,51		0,42		0,52		0,51		0,56	
		V2	0,38		0,38		0,49		0,51		0,52		0,42		0,42		0,51		0,52		0,53		0,48		0,54		0,54		0,58	
V1-D. Incolor			77,0	23,0	80,1	19,9	69,0	31,0	78,9	21,1	80,5	19,5	87,2	12,8	88,7	11,3	80,1	19,9	84,7	15,3	85,5	14,5	95,2	4,8	89,9	10,1	99,2	0,8	97,1	2,9
V2-D. LOW-E SGG			90,6	9,4	92,5	7,5	84,1	15,9	89,8	10,2	90,6	9,4	95,3	4,7	96,1	3,9	90,4	9,6	92,9	7,1	93,2	6,8	98,4	1,6	95,4	4,6	99,8	0,2	98,7	1,3
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,42		0,39		0,66		0,63		0,61		0,43		0,42		0,61		0,60		0,59		0,46		0,59		0,52		0,58	
		V2	0,44		0,43		0,58		0,58		0,57		0,46		0,46		0,57		0,57		0,57		0,50		0,57		0,55		0,58	
	Rph Noct	V1	0,38		0,37		0,52		0,53		0,54		0,41		0,40		0,53		0,54		0,54		0,46		0,55		0,53		0,58	
		V2	0,43		0,42		0,53		0,54		0,55		0,46		0,46		0,54		0,55		0,56		0,51		0,57		0,56		0,59	
	Rph Noct	V1	0,37		0,36		0,53		0,52		0,54		0,40		0,40		0,53		0,53		0,54		0,46		0,55		0,53		0,58	
		V2	0,42		0,42		0,52		0,54		0,55		0,46		0,46		0,54		0,55		0,55		0,51		0,56		0,56		0,59	
V1-D. Incolor			88,5	11,5	90,8	9,2	79,5	20,5	86,0	14,0	87,4	12,6	94,3	5,7	95,3	4,7	87,2	12,8	90,1	9,9	90,7	9,3	98,0	2,0	93,7	6,3	99,8	0,2	98,3	1,7
V2-D. LOW-E SGG			96,6	3,4	97,7	2,3	90,8	9,2	94,2	5,8	94,7	5,3	98,5	1,5	98,9	1,1	94,6	5,4	96,0	4,0	96,3	3,7	99,6	0,4	97,6	2,4	####	0,0	99,4	0,6
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,46		0,44		0,62		0,60		0,60		0,48		0,47		0,60		0,60		0,59		0,51		0,59		0,55		0,59	
		V2	0,49		0,48		0,58		0,58		0,58		0,51		0,51		0,58		0,58		0,58		0,54		0,58		0,57		0,59	
	Rph Noct	V1	0,45		0,44		0,56		0,57		0,57		0,48		0,47		0,57		0,57		0,58		0,52		0,58		0,57		0,60	
		V2	0,49		0,49		0,56		0,57		0,58		0,52		0,52		0,57		0,58		0,58		0,55		0,59		0,59		0,61	
	Rph Noct	V1	0,45		0,43		0,57		0,56		0,58		0,48		0,47		0,57		0,57		0,58		0,52		0,58		0,57		0,60	
		V2	0,48		0,48		0,55		0,56		0,57		0,51		0,51		0,57		0,57		0,58		0,54		0,58		0,58		0,60	
V1-D. Incolor			96,8	3,2	98,1	1,9	90,0	10,0	93,5	6,5	94,2	5,8	98,3	1,7	98,9	1,1	94,0	6,0	95,5	4,5	95,9	4,1	99,4	0,6	97,3	2,7	99,9	0,1	99,4	0,6
V2-D. LOW-E SGG			98,8	1,2	99,4	0,6	95,4	4,6	97,2	2,8	97,6	2,4	99,4	0,6	99,7	0,3	97,4	2,6	98,1	1,9	98,3	1,7	99,9	0,1	98,9	1,1	####	0,0	99,8	0,2



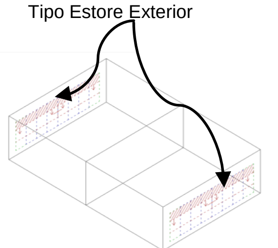
Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior





			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,52		0,48		0,79		0,70		0,67		0,47		0,44		0,68		0,64		0,63		0,45		0,59		0,47		0,54	
		V2	0,46		0,44		0,63		0,59		0,58		0,45		0,44		0,58		0,57		0,56		0,46		0,55		0,50		0,54	
	Rph Noct	V1	0,36		0,34		0,50		0,49		0,48		0,35		0,35		0,48		0,48		0,48		0,39		0,48		0,46		0,52	
		V2	0,37		0,36		0,47		0,49		0,49		0,40		0,40		0,48		0,49		0,49		0,44		0,50		0,50		0,53	
	Rph Noct	V1	0,33		0,32		0,51		0,47		0,49		0,34		0,33		0,47		0,47		0,48		0,38		0,47		0,46		0,51	
		V2	0,35		0,35		0,46		0,47		0,48		0,39		0,39		0,47		0,48		0,49		0,44		0,49		0,50		0,53	
V1-D. Incolor			63,6	36,4	67,3	32,7	57,4	42,6	70,1	29,9	71,7	28,3	77,5	22,5	79,6	20,4	71,3	28,7	77,7	22,3	78,6	21,4	90,1	9,9	84,9	15,1	97,9	2,1	95,6	4,4
V2-D. LOW-E SGG			82,8	17,2	85,5	14,5	77,2	22,8	85,0	15,0	85,9	14,1	90,6	9,4	91,8	8,2	85,8	14,2	89,4	10,6	89,7	10,3	96,1	3,9	93,0	7,0	99,3	0,7	98,1	1,9
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,44		0,40		0,71		0,65		0,62		0,42		0,40		0,63		0,61		0,59		0,43		0,57		0,47		0,54	
		V2	0,42		0,40		0,60		0,57		0,56		0,43		0,42		0,56		0,55		0,55		0,46		0,54		0,50		0,54	
	Rph Noct	V1	0,34		0,32		0,49		0,49		0,48		0,35		0,35		0,48		0,49		0,49		0,40		0,49		0,48		0,53	
		V2	0,37		0,37		0,48		0,49		0,50		0,41		0,40		0,49		0,50		0,51		0,45		0,51		0,51		0,54	
	Rph Noct	V1	0,33		0,31		0,49		0,47		0,49		0,34		0,34		0,48		0,48		0,48		0,39		0,49		0,48		0,52	
		V2	0,36		0,36		0,47		0,48		0,49		0,40		0,40		0,48		0,49		0,50		0,45		0,51		0,51		0,54	
V1-D. Incolor			75,8	24,2	78,5	21,5	67,9	32,1	78,0	22,0	79,7	20,3	86,3	13,7	87,8	12,2	79,2	20,8	84,0	16,0	84,8	15,2	94,8	5,2	89,5	10,5	99,2	0,8	97,1	2,9
V2-D. LOW-E SGG			90,1	9,9	92,0	8,0	83,6	16,4	89,5	10,5	90,2	9,8	95,1	4,9	95,9	4,1	90,1	9,9	92,7	7,3	93,0	7,0	98,3	1,7	95,4	4,6	99,8	0,2	98,8	1,2
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,41		0,37		0,64		0,61		0,58		0,41		0,39		0,59		0,58		0,57		0,43		0,56		0,48		0,54	
		V2	0,42		0,40		0,57		0,55		0,55		0,44		0,43		0,55		0,55		0,54		0,47		0,54		0,51		0,55	
	Rph Noct	V1	0,36		0,34		0,50		0,51		0,51		0,39		0,38		0,51		0,51		0,51		0,43		0,52		0,50		0,54	
		V2	0,41		0,40		0,51		0,52		0,52		0,44		0,44		0,52		0,53		0,53		0,48		0,53		0,53		0,56	
	Rph Noct	V1	0,36		0,34		0,51		0,50		0,52		0,38		0,37		0,50		0,50		0,51		0,43		0,51		0,50		0,54	
		V2	0,40		0,40		0,50		0,51		0,52		0,44		0,43		0,51		0,52		0,52		0,48		0,53		0,53		0,56	
V1-D. Incolor			87,9	12,1	90,0	10,0	78,8	21,2	85,4	14,6	86,8	13,2	93,9	6,1	94,9	5,1	86,6	13,4	89,7	10,3	90,3	9,7	97,9	2,1	93,5	6,5	99,8	0,2	98,4	1,6
V2-D. LOW-E SGG			96,4	3,6	97,6	2,4	90,5	9,5	94,0	6,0	94,6	5,4	98,4	1,6	98,9	1,1	94,5	5,5	96,0	4,0	96,2	3,8	99,6	0,4	97,6	2,4	100,0	0,0	99,5	0,5
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,44		0,41		0,60		0,58		0,57		0,46		0,44		0,58		0,57		0,57		0,48		0,56		0,52		0,55	
		V2	0,47		0,45		0,56		0,56		0,56		0,49		0,48		0,56		0,55		0,55		0,51		0,55		0,54		0,56	
	Rph Noct	V1	0,43		0,41		0,54		0,54		0,55		0,46		0,45		0,54		0,54		0,55		0,49		0,55		0,53		0,56	
		V2	0,47		0,46		0,54		0,55		0,55		0,50		0,49		0,55		0,55		0,55		0,52		0,56		0,55		0,57	
	Rph Noct	V1	0,43		0,41		0,55		0,54		0,56		0,45		0,45		0,54		0,54		0,55		0,49		0,55		0,53		0,56	
		V2	0,46		0,45		0,53		0,54		0,55		0,48		0,48		0,54		0,54		0,55		0,51		0,55		0,55		0,57	
V1-D. Incolor			96,7	3,3	98,0	2,0	89,7	10,3	93,3	6,7	94,1	5,9	98,3	1,7	98,8	1,2	93,8	6,2	95,4	4,6	95,8	4,2	99,4	0,6	97,2	2,8	100,0	0,0	99,5	0,5
V2-D. LOW-E SGG			98,7	1,3	99,4	0,6	95,3	4,7	97,2	2,8	97,6	2,4	99,4	0,6	99,7	0,3	97,4	2,6	98,2	1,8	98,3	1,7	99,9	0,1	99,0	1,0	100,0	0,0	99,9	0,1

Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Exterior – Tipo Estore Exterior



Modelo 2 Intermédio

Legenda

Temp. Med Min. Inferior a 13°C

Temp. Med Max. superior a 30°C

superior a 1

1 1= 8180,17 kWh

Solução de Referência

inferior a 1

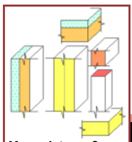
entre 0.8 e 1

entre 0.6 e 0.8

entre 0.4 e 0.6

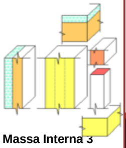
entre 0.2 e 0.4

entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,52		0,46		0,78		0,68		0,66		0,45		0,43		0,67		0,62		0,61		0,43		0,57		0,45		0,52	
		V2	0,45		0,42		0,62		0,58		0,57		0,44		0,43		0,57		0,55		0,55		0,45		0,53		0,47		0,52	
	Rph Noct	V1	0,35		0,32		0,49		0,47		0,47		0,34		0,33		0,46		0,46		0,46		0,37		0,46		0,44		0,49	
		V2	0,36		0,35		0,46		0,47		0,47		0,38		0,38		0,47		0,47		0,48		0,42		0,48		0,48		0,51	
	Rph Noct	V1	0,32		0,30		0,50		0,46		0,48		0,32		0,31		0,46		0,45		0,46		0,36		0,45		0,44		0,49	
		V2	0,34		0,34		0,45		0,45		0,47		0,37		0,37		0,46		0,46		0,47		0,42		0,48		0,48		0,51	
V1-D. Incolor			62,5	37,5	65,9	34,1	56,6	43,4	69,3	30,7	71,0	29,0	76,6	23,4	78,6	21,4	70,6	29,4	77,2	22,8	78,0	22,0	89,7	10,3	84,5	15,5	97,9	2,1	95,6	4,4
V2-D. LOW-E SGG			82,4	17,6	85,0	15,0	76,8	23,2	84,8	15,2	85,7	14,3	90,3	9,7	91,5	8,5	85,5	14,5	89,2	10,8	89,6	10,4	96,0	4,0	93,0	7,0	99,3	0,7	98,2	1,8
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,39		0,70		0,64		0,61		0,41		0,39		0,62		0,59		0,58		0,41		0,55		0,45		0,52	
		V2	0,41		0,39		0,59		0,56		0,55		0,42		0,41		0,55		0,54		0,53		0,44		0,52		0,48		0,52	
	Rph Noct	V1	0,33		0,31		0,48		0,47		0,47		0,34		0,33		0,46		0,47		0,47		0,38		0,47		0,45		0,50	
		V2	0,36		0,35		0,47		0,48		0,48		0,39		0,39		0,48		0,49		0,49		0,44		0,50		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,32		0,30		0,48		0,46		0,48		0,33		0,32		0,46		0,46		0,47		0,37		0,47		0,45		0,50	
		V2	0,35		0,34		0,46		0,47		0,48		0,38		0,38		0,47		0,47		0,48		0,43		0,49		0,49		0,52	
V1-D. Incolor			75,0	25,0	77,5	22,5	67,2	32,8	77,4	22,6	79,1	20,9	85,6	14,4	87,1	12,9	78,6	21,4	83,5	16,5	84,3	15,7	94,5	5,5	89,2	10,8	99,2	0,8	97,2	2,8
V2-D. LOW-E SGG			89,7	10,3	91,6	8,4	83,3	16,7	89,3	10,7	90,0	10,0	94,9	5,1	95,7	4,3	89,9	10,1	92,6	7,4	92,9	7,1	98,2	1,8	95,3	4,7	99,9	0,1	98,9	1,1
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,40		0,36		0,63		0,59		0,57		0,39		0,37		0,58		0,56		0,55		0,41		0,54		0,46		0,52	
		V2	0,41		0,39		0,55		0,54		0,53		0,42		0,41		0,53		0,53		0,53		0,45		0,52		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,35		0,33		0,49		0,49		0,49		0,37		0,36		0,49		0,49		0,50		0,41		0,50		0,48		0,52	
		V2	0,40		0,38		0,50		0,50		0,51		0,42		0,42		0,50		0,51		0,51		0,46		0,52		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,34		0,32		0,50		0,48		0,50		0,37		0,36		0,49		0,49		0,50		0,41		0,50		0,48		0,52	
		V2	0,39		0,38		0,49		0,49		0,51		0,42		0,42		0,50		0,50		0,51		0,46		0,51		0,51		0,53	
V1-D. Incolor			87,5	12,5	89,5	10,5	78,3	21,7	85,0	15,0	86,4	13,6	93,6	6,4	94,6	5,4	86,2	13,8	89,4	10,6	90,0	10,0	97,8	2,2	93,3	6,7	99,8	0,2	98,4	1,6
V2-D. LOW-E SGG			96,3	3,7	97,5	2,5	90,3	9,7	93,9	6,1	94,5	5,5	98,3	1,7	98,8	1,2	94,4	5,6	95,9	4,1	96,2	3,8	99,6	0,4	97,6	2,4	100,0	0,0	99,6	0,4
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,40		0,59		0,57		0,56		0,44		0,43		0,56		0,55		0,55		0,46		0,54		0,50		0,53	
		V2	0,46		0,44		0,55		0,54		0,54		0,47		0,46		0,54		0,54		0,54		0,49		0,53		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,42		0,40		0,53		0,53		0,53		0,44		0,43		0,53		0,53		0,53		0,47		0,53		0,51		0,54	
		V2	0,46		0,45		0,53		0,53		0,54		0,48		0,47		0,53		0,53		0,54		0,50		0,54		0,53		0,55	
	Rph Noct	V1	0,42		0,39		0,54		0,52		0,54		0,44		0,43		0,53		0,52		0,53		0,47		0,53		0,51		0,54	
		V2	0,45		0,44		0,52		0,52		0,53		0,47		0,47		0,53		0,53		0,53		0,50		0,53		0,52		0,54	
V1-D. Incolor			96,6	3,4	98,0	2,0	89,5	10,5	93,2	6,8	93,9	6,1	98,2	1,8	98,8	1,2	93,7	6,3	95,3	4,7	95,7	4,3	99,4	0,6	97,2	2,8	100,0	0,0	99,5	0,5
V2-D. LOW-E SGG			98,7	1,3	99,4	0,6	95,2	4,8	97,2	2,8	97,5	2,5	99,4	0,6	99,7	0,3	97,4	2,6	98,2	1,8	98,4	1,6	99,9	0,1	99,0	1,0	100,0	0,0	99,9	0,1



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area Envidraçado				Area Envidraçado			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,51		0,46		0,78		0,68		0,65		0,45		0,43		0,66		0,62		0,61		0,43		0,57		0,45		0,52	
		V2	0,45		0,42		0,62		0,57		0,56		0,44		0,42		0,56		0,55		0,54		0,44		0,53		0,47		0,51	
	Rph Noct	V1	0,34		0,32		0,49		0,47		0,46		0,33		0,32		0,46		0,46		0,45		0,37		0,46		0,44		0,49	
		V2	0,35		0,34		0,46		0,47		0,47		0,38		0,37		0,46		0,47		0,47		0,42		0,48		0,48		0,51	
	Rph Noct	V1	0,32		0,30		0,49		0,45		0,47		0,31		0,31		0,45		0,44		0,45		0,35		0,45		0,44		0,49	
		V2	0,34		0,33		0,45		0,45		0,46		0,37		0,36		0,45		0,46		0,46		0,42		0,47		0,48		0,51	
V1-D. Incolor			62,4	37,6	65,9	34,1	56,6	43,4	69,5	30,5	71,2	28,8	76,7	23,3	78,8	21,2	70,9	29,1	77,5	22,5	78,4	21,6	90,1	9,9	85,0	15,0	98,1	1,9	96,0	4,0
V2-D. LOW-E SGG			82,6	17,4	85,3	14,7	77,2	22,8	85,2	14,8	86,0	14,0	90,7	9,3	91,9	8,1	85,9	14,1	89,6	10,4	89,9	10,1	96,3	3,7	93,3	6,7	99,5	0,5	98,4	1,6
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,39		0,70		0,63		0,61		0,40		0,38		0,62		0,59		0,58		0,41		0,55		0,44		0,52	
		V2	0,41		0,39		0,58		0,55		0,54		0,41		0,40		0,54		0,53		0,53		0,43		0,52		0,47		0,52	
	Rph Noct	V1	0,32		0,30		0,47		0,47		0,46		0,33		0,33		0,46		0,46		0,46		0,38		0,47		0,45		0,50	
		V2	0,36		0,35		0,46		0,47		0,48		0,39		0,38		0,47		0,48		0,48		0,43		0,49		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,31		0,29		0,47		0,45		0,47		0,32		0,32		0,45		0,45		0,46		0,37		0,46		0,45		0,50	
		V2	0,34		0,34		0,45		0,46		0,47		0,38		0,38		0,46		0,47		0,48		0,43		0,48		0,49		0,52	
V1-D. Incolor			75,0	25,0	77,5	22,5	67,4	32,6	77,7	22,3	79,4	20,6	86,0	14,0	87,4	12,6	78,9	21,1	83,9	16,1	84,7	15,3	94,9	5,1	89,5	10,5	99,4	0,6	97,4	2,6
V2-D. LOW-E SGG			90,1	9,9	91,9	8,1	83,6	16,4	89,7	10,3	90,3	9,7	95,3	4,7	96,0	4,0	90,2	9,8	93,0	7,0	93,2	6,8	98,5	1,5	95,7	4,3	99,9	0,1	99,1	0,9
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,39		0,35		0,63		0,59		0,57		0,39		0,37		0,57		0,56		0,55		0,41		0,53		0,46		0,52	
		V2	0,40		0,38		0,55		0,54		0,53		0,42		0,41		0,53		0,53		0,52		0,45		0,52		0,49		0,52	
	Rph Noct	V1	0,35		0,32		0,49		0,49		0,49		0,37		0,36		0,49		0,49		0,49		0,41		0,50		0,48		0,52	
		V2	0,39		0,38		0,49		0,50		0,50		0,42		0,42		0,50		0,50		0,51		0,46		0,51		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,34		0,32		0,49		0,48		0,50		0,36		0,35		0,48		0,48		0,49		0,41		0,49		0,48		0,52	
		V2	0,39		0,38		0,49		0,49		0,50		0,42		0,41		0,50		0,50		0,50		0,46		0,51		0,51		0,53	
V1-D. Incolor			87,7	12,3	89,8	10,2	78,6	21,4	85,4	14,6	86,7	13,3	94,0	6,0	95,0	5,0	86,6	13,4	89,8	10,2	90,4	9,6	98,1	1,9	93,6	6,4	99,9	0,1	98,6	1,4
V2-D. LOW-E SGG			96,7	3,3	97,8	2,2	90,7	9,3	94,3	5,7	94,8	5,2	98,6	1,4	99,1	0,9	94,7	5,3	96,3	3,7	96,5	3,5	99,7	0,3	97,9	2,1	####	0,0	99,7	0,3
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,43		0,39		0,59		0,56		0,56		0,44		0,42		0,56		0,55		0,55		0,46		0,54		0,49		0,53	
		V2	0,45		0,43		0,55		0,54		0,54		0,47		0,46		0,54		0,53		0,53		0,49		0,53		0,51		0,53	
	Rph Noct	V1	0,42		0,39		0,53		0,52		0,53		0,44		0,43		0,52		0,52		0,53		0,47		0,53		0,51		0,54	
		V2	0,46		0,44		0,53		0,53		0,53		0,48		0,47		0,53		0,53		0,54		0,50		0,54		0,53		0,55	
	Rph Noct	V1	0,41		0,39		0,53		0,52		0,54		0,44		0,43		0,52		0,52		0,53		0,47		0,53		0,51		0,54	
		V2	0,44		0,44		0,52		0,52		0,53		0,47		0,46		0,52		0,52		0,53		0,49		0,53		0,52		0,54	
V1-D. Incolor			97,0	3,0	98,2	1,8	89,8	10,2	93,5	6,5	94,3	5,7	98,4	1,6	99,0	1,0	94,1	5,9	95,7	4,3	96,0	4,0	99,5	0,5	97,5	2,5	####	0,0	99,6	0,4
V2-D. LOW-E SGG			98,9	1,1	99,5	0,5	95,6	4,4	97,5	2,5	97,9	2,1	99,6	0,4	99,8	0,2	97,7	2,3	98,4	1,6	98,6	1,4	####	0,0	99,2	0,8	####	0,0	####	0,0

4.3.4.3 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Exterior** junto ao envidraçado

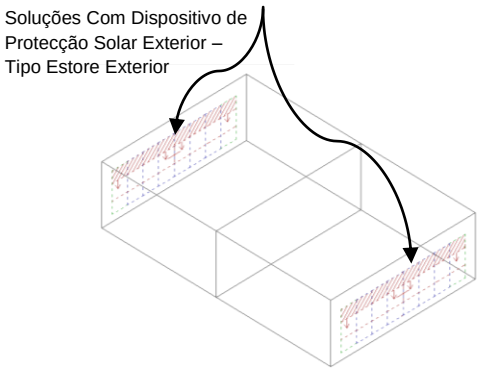
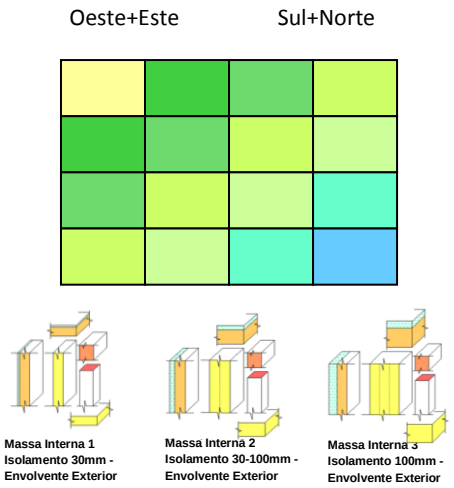


Figura 4.88: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Exterior (tipo estore) junto ao envidraçado.



- Somente uma solução Oeste+Este da Matriz apresentou-se em situação crítica relativamente as condições interiores, as quais conduzem a um maior dispêndio de energia. Esta situação é identificada nesta Secção da matriz, estando mais propriamente relacionada com as questões arrefecimento (estação quente).

A solução que apesar de apresentar resultados cerca de 30% melhores que a solução de referência) apresenta Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C, é a solução orientada a Oeste+Este, onde ambas as fachadas exteriores apresentam envidraçado correspondendo a 80% da área das mesmas, vidro duplo incolor, estore exterior do tipo 1 (aberto durante os dias de Verão e fechado durante o período nocturno), associado a um Rph=0.8 (correspondendo a janelas fechadas ao longo do ano todo e taxas de ventilação regulamentar mínima exigida). Entretanto, ao mudar o Rph, ou a solução de portada, ou a dimensão da pala entre outros, verifica-se a possibilidade de se obter melhores resultados, sem apresentar situações críticas ao longo do ano.

As demais soluções da Matriz tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Oferecendo assim, um leque de opções ainda mais alargado do apresentado nas Secções da Matriz anteriores, os quais correspondem também ao Modelo 2 Intermédio mas sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado ou com portada interiores. Desta forma ao estabelecer comparação entre esta e as duas Secções da Matriz anteriores (sem dispositivo e com dispositivo interior) fica ainda mais evidenciando a importância da presença de um dispositivo de protecção, principalmente se este for exterior.

Uma questão importante que se verifica é a eficácia deste dispositivo de protecção para soluções orientadas a Oeste+Este (nas secções anteriores as soluções a Oeste+Este quando sem a presença de dispositivo ou com portada interior apresentava ser piores resultados ao comparar com as mesmas soluções nas demais orientações). Também nota-se a sua eficácia para as soluções nas orientações Su+Norte.

Para as soluções da Matriz adoptar portada ou estore proporcionou melhoras nos resultados do que quando estas soluções não apresentam qualquer dispositivo de protecção. Foram obtidos melhores resultados com: Rph=0.8 associado a estore I do que quando associado a portada I; Rph NocI associado a estore II do que quando associado a portada II; RphNoc II associado a portada III do que com estore III (demonstrando a importância do elemento isolante no dispositivo).

Verifica-se que a presença de um dispositivo de protecção exterior permite obter para um Modelo como este (em andar intermédio) melhoras até:

	80% env	80%+40% env	60% env	60%+40% env	40% env	20% env
Sul+Norte	50% a 65%	50% a 70%	50% a 65%	50% a 65%	50% a 60%	45% a 55%
Oeste+Este	20% a 50%	30% a 50%	30% a 50%	30% a 50%	40% a 55%	45% a 50%

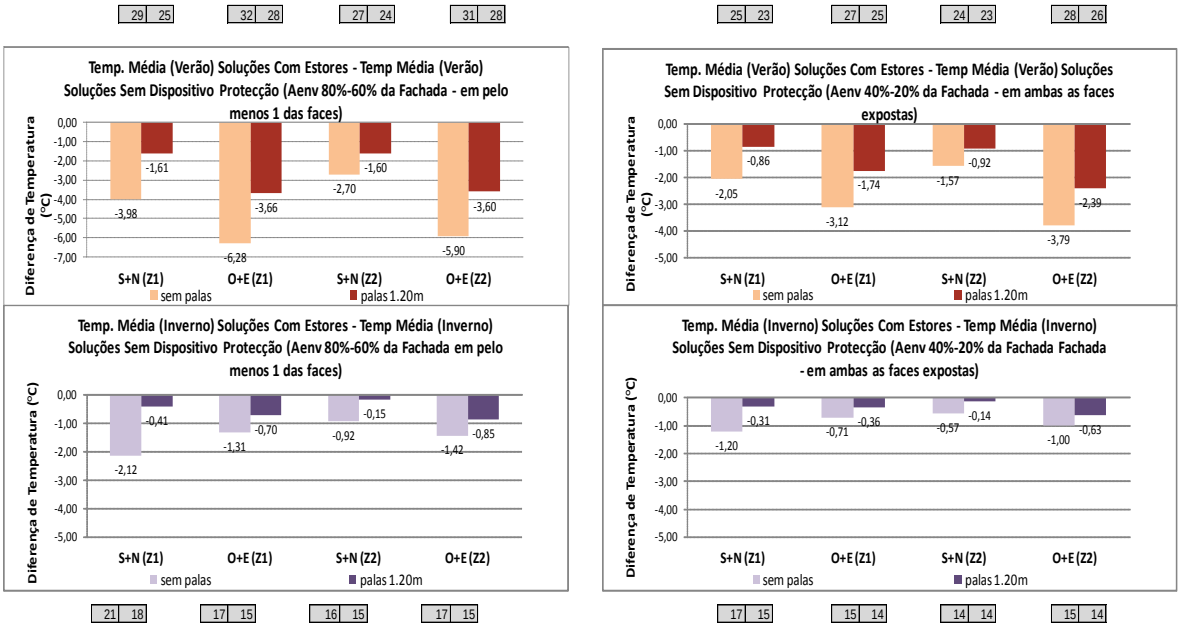
Figura 4.89: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 2- Intermédio com dispositivo de protecção Exterior.

Apesar dos percentuais de melhoria (em média) para as diferentes soluções desta secção da Matriz se manterem próximos, entre 50%-60% para soluções Sul+Norte e entre 30%-50% para as soluções a Oeste+Este, verifica-se que a medida que a área de envidraçado vai diminuindo os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias) indicados tendem a ser menores; enquanto o limite mínimo (valores percentuais mínimos) tendem a aumentar. Desta forma, foram para as soluções que apresentam em pelo menos uma de suas faces expostas um envidraçado correspondente a 80% da fachada (que está inserido), a se obter os melhores resultados (com palas de 0.6m a 1.20m e taxas de ventilação que incluem maior ventilação nocturna), bem como os piores resultados (quando sem palas e com menores taxas de ventilação) comparativamente com a solução de referência. Portanto ao se alterar alguns parâmetros é possível obter resultados até 70% (Sul+Norte) e 50% (Oeste+Este) melhores que a solução de referência.

Praticamente para todas as soluções desta Secção da Matriz, independentemente da área de envidraçado e orientação, apresentaram as parcelas referentes as necessidades de aquecimento superiores as parcelas de arrefecimento (em termos percentuais), ou seja, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação na estação Fria (mesmo não tendo sido observado situações críticas ao longo do ano para estas). Sendo isto ainda mais evidente a medida que as dimensões das palas vão aumentando e a área de envidraçado diminui (a parcela referente as necessidades de arrefecimento diminui enquanto a parcela de aquecimento aumenta).

Para todas as soluções com área de envidraçado inferior a 40% do envidraçado em pelo menos uma das faces expostas (independentemente da orientação), verifica-se (em termos gerais) uma influência reduzida do tipo de palas, Rph, e tipo de vidro sobre os resultados; isto comparativamente com as soluções que possuem área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas.

<u>Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção exterior (estore exterior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:</u>



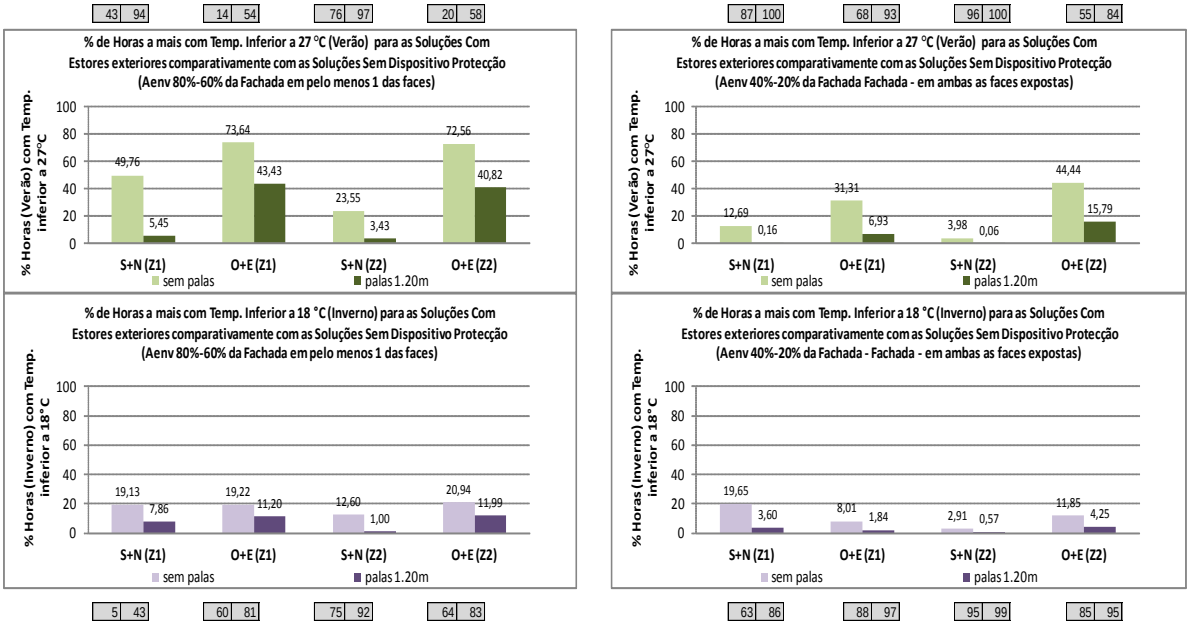
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.90: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Exterior, Modelo2-Intermédio.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (estore II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Oeste-Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado,

largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 1°C e 6,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de até 75% do tempo.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção exterior (estore II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul-Norte. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção exterior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 2°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 20% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1). 2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.91: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Exterior, Modelo2-Intermédio.

Nos gráficos da figura acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 40% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 75% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estore II Matriz) passou a ter mais 50% das horas (Z1) e 25% das horas (Z2), com temperatura inferior a 27°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de aproximadamente 20% das horas (na estação quente) com temperatura inferior a 27°C para 90% (em ambas as zonas).

Nos gráficos da figura acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 5% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 75% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (estore II Matriz) passou a ter mais 20% das horas (Z1) e 10% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 60% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 80% (em ambas as zonas).

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 20%-40% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas

inferiores a 18°C em aproximadamente 65% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 95% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (estore II Matriz) passou a ter mais 20% das horas (Z1) e 3% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 85% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 95% (em ambas as zonas).

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção exterior do tipo estore II, que este dispositivo estaria aberto durante o Dia (horas de Sol) somente cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 30% do mesmo (na parte superior do envidraçado).

Análise Temperatura Modelo 2 Intermédio – Com Estore Exterior

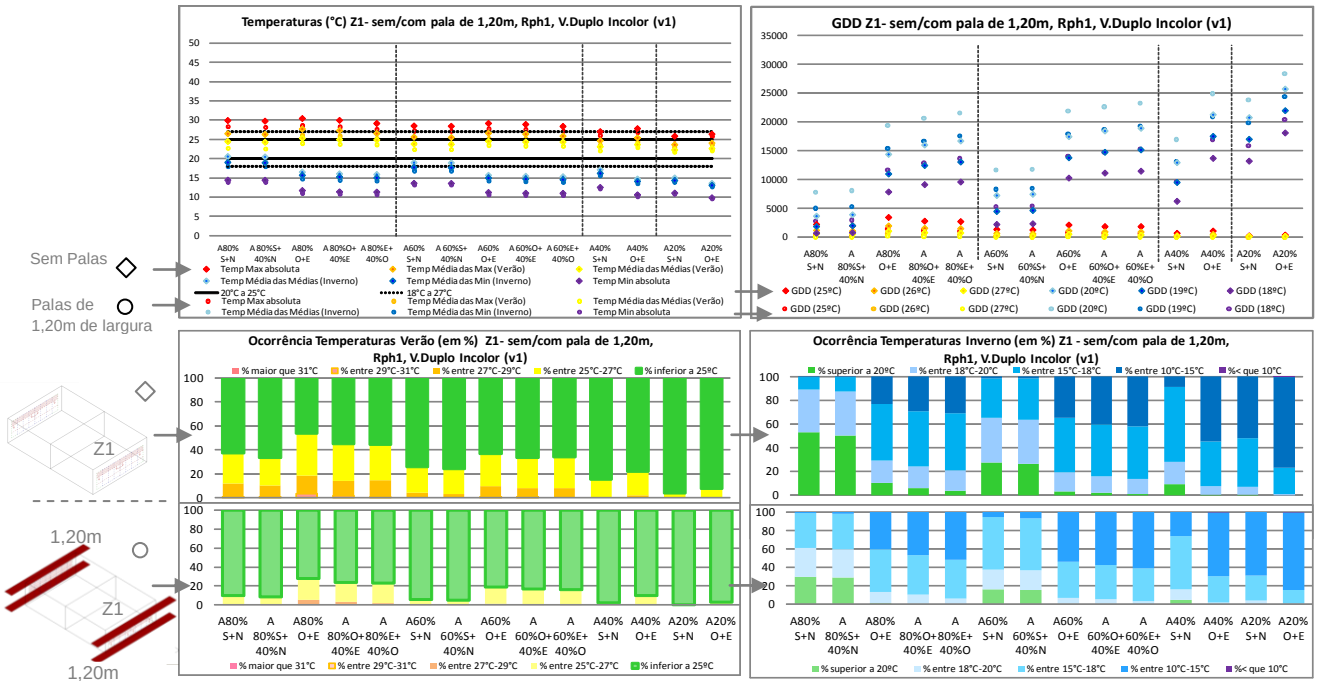


Figura 4.92: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Exterior (Z1).

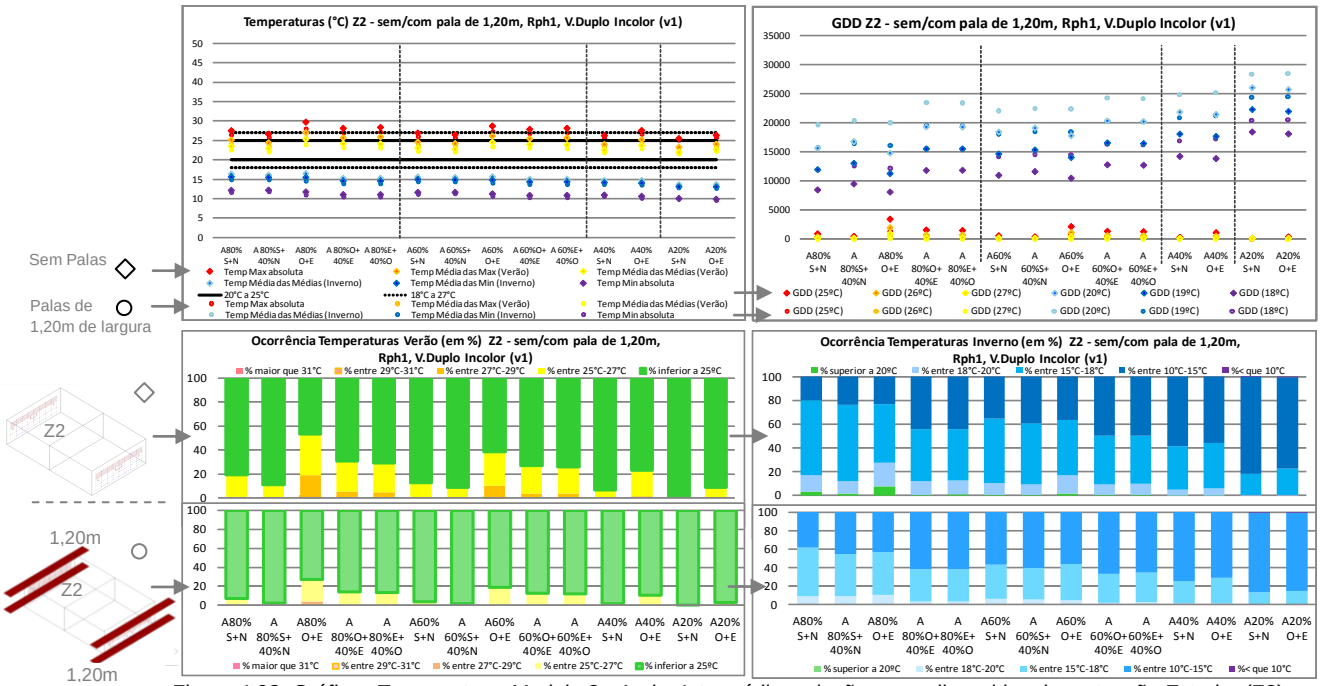


Figura 4.93: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções com dispositivo de protecção Exterior (Z2).

Verão:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 4°C (Z1) e 1,5°C a 2,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 1°C a 2°C (Z1) e 1°C a 1,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 5%-50% do tempo na Zona1 e mais 5%-25% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-10% do tempo na Zona1 e até mais 5% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 4°C a 6,5°C (Z1) e 3,5°C a 6°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 1,5°C a 3°C (Z1) e 2,5°C a 4°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 45%-75% do tempo na Zona1 e mais 40%-70% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-30% do tempo na Zona1 e mais 15%-45% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas e principalmente sob as orientações Oeste+Este.

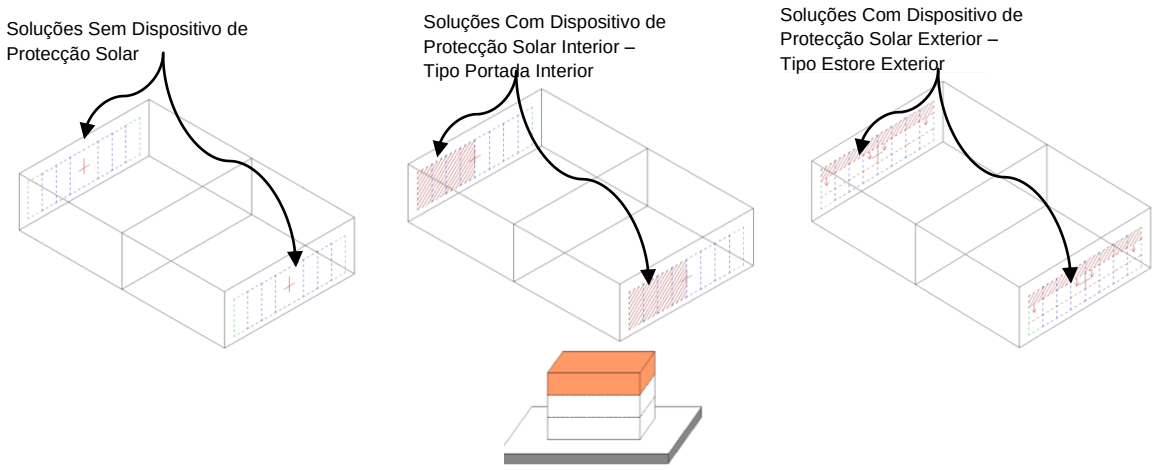
Inverno:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 2°C (Z1) e 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 10%-20% do tempo na Zona1 e mais 1%-10% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-20% do tempo na Zona1 e até mais 2% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 1,5°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 10%-20% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-10% do tempo na Zona1 e mais 5%-10% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).

4.3.5 Análise Modelo 2 Cobertura



Com relação ao conjunto de soluções da Matriz correspondentes ao Modelo2 em andar de Cobertura, parte destas quando com um menor grau de isolamento tendem a apresentar maior dispêndio de energia em alguma das principais estações do ano (Verão ou Inverno), enquanto outra parcela das soluções quando com um maior grau de isolamento tendem a não apresentar maior dispêndio de energia nas estações de aquecimento e arrefecimento, bem como média das temperaturas máximas diárias superior a 30°C (na estação de arrefecimento e média das temperaturas mínimas Inferior a 13°C (na estação de aquecimento).

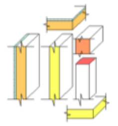
São as soluções com maior área de envidraçado e menor grau de protecção solar junto aos envidraçados (sem palas ou menor largura destas, sem dispositivos de protecção interior ou exterior) principalmente orientadas a Oeste-Este; a apresentarem um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de arrefecimento (Verão). Enquanto são as soluções com menor área de envidraçado e maior grau de protecção solar junto aos envidraçados (palas de maior largura, com dispositivos de protecção solar) principalmente quando com portada interior e estore exterior aos envidraçados, a apresentarem um maior grau de desconforto e maior dispêndio de energia na estação de aquecimento (Inverno).

- Relativamente a maiores dispêndios de energia e desconforto na estação quente (Verão), maior atenção deve ser dada as soluções orientadas a Oeste-Este, com áreas de envidraçado superior a 60% da fachada quando apresentam palas inferiores a 0.60m, mas principalmente quando não apresentam qualquer dispositivo de protecção solar ou quando possuem portadas interiores. Foram estas soluções a apresentarem Temp. Med. Max superiores a 30°C.

- Relativamente a maiores dispêndios de energia e desconforto na estação fria (Inverno), maior atenção deve ser dada as soluções com áreas de envidraçado inferior a 40% da fachada, principalmente quando apresentam palas superiores a 1,20m. Foram estas soluções a apresentarem Temp. Med. Min inferiores a 13°C.

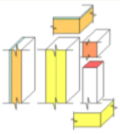
- As demais soluções com diferentes áreas de envidraçados (de 20% a 80% da fachada envidraçada), que não apresentam maior dispêndio de energia ao longo do ano, podem ser consideradas como um leque de opções; as quais podem corresponder a um comportamento até 65% melhores que a solução de referência. Entretanto podem diferir relativamente a parcela de aquecimento e a parcela de arrefecimento. Por exemplo, duas soluções com mesma área de envidraçado, mesmo percentual de melhora relativamente a solução de referência, não estando em situação crítica: uma pode apresentar maiores necessidades de arrefecimento e outra pode apresentar maiores necessidades de aquecimento. Portanto dentro desta pluralidade o leitor poderá observar diferentes comportamentos entre as soluções. Desta forma percebe-se que dependendo da(s) solução(ões), mesmo não sendo classificada(s) neste trabalho como crítica(s), pode(m) apresentar um comportamento bem diversificado.

Entretanto também observa-se que ao alterar um simples parâmetro a uma determinada solução pode colocá-la ou tirá-la de uma situação de maior dispêndio de energia e de desconforto. Portanto nas diferentes secções da Matriz (para este modelo em questão – Modelo2 em andar Cobertura) pode-se observar soluções muito semelhantes com um comportamento térmico distinto (as vezes o suficiente para que uma apresente um alto grau de desconforto e a outra não).



Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	1,00		0,92		1,55		1,30		1,38		0,90		0,87		1,33		1,22		1,25		0,85		1,14		0,85		1,00	
		V2	0,88		0,84		1,22		1,10		1,14		0,85		0,83		1,11		1,06		1,07		0,84		1,02		0,86		0,95	
	Rph Noct	V1	0,93		0,85		1,44		1,21		1,29		0,85		0,81		1,24		1,14		1,17		0,81		1,07		0,83		0,95	
		V2	0,83		0,79		1,14		1,03		1,07		0,81		0,80		1,05		1,00		1,02		0,82		0,97		0,85		0,93	
	Rph Noct	V1	0,85		0,79		1,34		1,11		1,19		0,78		0,75		1,14		1,04		1,08		0,75		0,99		0,79		0,90	
		V2	0,77		0,74		1,05		0,95		0,99		0,76		0,74		0,96		0,92		0,94		0,77		0,90		0,82		0,88	
V1-D. Incolor			47,7	52,3	52,2	47,8	34,6	65,4	48,1	51,9	43,6	56,4	59,5	40,5	62,3	37,7	45,7	54,3	54,1	45,9	51,3	48,7	73,5	26,5	60,8	39,2	86,7	13,3	79,2	20,8
V2-D. LOW-E SGG			63,9	36,1	68,1	31,9	51,4	48,6	63,9	36,1	60,0	40,0	73,5	26,5	75,7	24,3	62,0	38,0	68,9	31,1	66,8	33,2	82,6	17,4	73,9	26,1	90,2	9,8	85,7	14,3
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,85		0,78		1,36		1,18		1,24		0,81		0,78		1,20		1,12		1,15		0,81		1,07		0,84		0,97	
		V2	0,81		0,77		1,12		1,03		1,07		0,81		0,79		1,05		1,01		1,02		0,83		0,98		0,86		0,94	
	Rph Noct	V1	0,80		0,74		1,27		1,10		1,17		0,78		0,75		1,13		1,06		1,08		0,78		1,01		0,83		0,94	
		V2	0,77		0,74		1,06		0,98		1,01		0,78		0,77		0,99		0,96		0,97		0,81		0,95		0,85		0,92	
	Rph Noct	V1	0,74		0,69		1,17		1,02		1,08		0,72		0,70		1,04		0,97		1,00		0,74		0,94		0,80		0,89	
		V2	0,72		0,70		0,98		0,91		0,94		0,74		0,73		0,92		0,90		0,91		0,77		0,89		0,83		0,88	
V1-D. Incolor			63,6	36,4	68,1	31,9	44,9	55,1	58,4	41,6	53,2	46,8	73,1	26,9	75,6	24,4	55,7	44,3	63,6	36,4	60,6	39,4	82,6	17,4	69,1	30,9	90,5	9,5	83,6	16,4
V2-D. LOW-E SGG			76,1	23,9	79,8	20,2	60,9	39,1	72,0	28,0	68,0	32,0	82,5	17,5	84,3	15,7	70,0	30,0	75,8	24,2	73,8	26,2	88,1	11,9	79,6	20,4	92,6	7,4	88,5	11,5
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,82		0,77		1,22		1,10		1,15		0,81		0,78		1,12		1,06		1,08		0,82		1,02		0,85		0,95	
		V2	0,80		0,78		1,05		0,99		1,01		0,82		0,80		1,00		0,97		0,98		0,84		0,96		0,87		0,93	
	Rph Noct	V1	0,78		0,73		1,14		1,03		1,08		0,78		0,76		1,05		1,00		1,02		0,81		0,98		0,85		0,93	
		V2	0,79		0,76		1,00		0,95		0,97		0,80		0,79		0,96		0,94		0,95		0,83		0,93		0,87		0,92	
	Rph Noct	V1	0,74		0,69		1,06		0,96		1,00		0,74		0,72		0,97		0,93		0,95		0,77		0,91		0,83		0,89	
		V2	0,75		0,73		0,93		0,90		0,91		0,77		0,76		0,90		0,89		0,89		0,81		0,88		0,85		0,89	
V1-D. Incolor			76,1	23,9	79,9	20,1	56,5	43,5	68,4	31,6	63,1	36,9	82,3	17,7	84,2	15,8	66,0	34,0	72,4	27,6	69,6	30,4	87,9	12,1	76,5	23,5	92,5	7,5	87,2	12,8
V2-D. LOW-E SGG			84,6	15,4	87,3	12,7	70,9	29,1	79,5	20,5	75,9	24,1	88,2	11,8	89,5	10,5	77,8	22,2	82,1	17,9	80,4	19,6	91,3	8,7	84,7	15,3	94,0	6,0	90,8	9,2
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,85		0,80		1,11		1,03		1,06		0,85		0,83		1,05		1,01		1,02		0,86		0,99		0,88		0,94	
		V2	0,85		0,82		1,00		0,96		0,98		0,86		0,84		0,97		0,95		0,96		0,87		0,95		0,89		0,93	
	Rph Noct	V1	0,83		0,79		1,06		0,99		1,02		0,84		0,82		1,00		0,97		0,99		0,86		0,96		0,88		0,93	
		V2	0,84		0,81		0,97		0,94		0,95		0,85		0,84		0,94		0,93		0,94		0,87		0,93		0,89		0,92	
	Rph Noct	V1	0,80		0,76		0,99		0,93		0,96		0,81		0,79		0,94		0,92		0,93		0,83		0,91		0,86		0,90	
		V2	0,80		0,78		0,91		0,89		0,90		0,81		0,81		0,89		0,89		0,89		0,84		0,89		0,86		0,89	
V1-D. Incolor			85,0	15,0	87,8	12,2	69,1	30,9	78,4	21,6	73,6	26,4	88,2	11,8	89,5	10,5	76,1	23,9	80,9	19,1	78,5	21,5	91,2	8,8	83,4	16,6	93,9	6,1	90,2	9,8
V2-D. LOW-E SGG			88,7	11,3	90,7	9,3	78,7	21,3	85,1	14,9	82,2	17,8	90,9	9,1	91,8	8,2	83,6	16,4	86,7	13,3	85,3	14,7	92,9	7,1	88,2	11,8	94,6	5,4	92,3	7,7

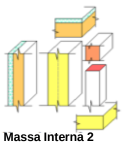


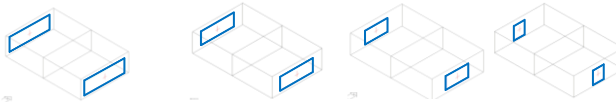
Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

H14 e H18

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,96		0,87		1,52		1,26		1,34		0,86		0,82		1,29		1,17		1,21		0,80		1,10		0,80		0,95	
		V2	0,83		0,79		1,18		1,05		1,09		0,80		0,78		1,07		1,01		1,03		0,79		0,97		0,81		0,90	
	Rph Noct	V1	0,88		0,81		1,41		1,17		1,25		0,80		0,76		1,20		1,09		1,13		0,76		1,02		0,78		0,91	
		V2	0,78		0,74		1,10		0,98		1,02		0,76		0,75		1,00		0,95		0,97		0,77		0,92		0,80		0,88	
	Rph Noct	V1	0,80		0,74		1,30		1,07		1,15		0,73		0,70		1,10		0,99		1,03		0,70		0,94		0,74		0,85	
		V2	0,71		0,69		1,00		0,90		0,94		0,71		0,69		0,91		0,87		0,89		0,72		0,85		0,77		0,83	
V1-D. Incolor			45,7	54,3	50,4	49,6	32,6	67,4	46,5	53,5	41,8	58,2	58,3	41,7	61,2	38,8	44,0	56,0	52,8	47,2	49,9	50,1	73,4	26,6	60,0	40,0	87,5	12,5	79,6	20,4
V2-D. LOW-E SGG			63,2	36,8	67,6	32,4	50,0	50,0	63,3	36,7	59,1	40,9	73,5	26,5	75,8	24,2	61,3	38,7	68,6	31,4	66,3	33,7	83,2	16,8	74,0	26,0	91,2	8,8	86,5	13,5
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,80		0,73		1,32		1,13		1,20		0,76		0,73		1,16		1,07		1,11		0,76		1,02		0,79		0,92	
		V2	0,76		0,72		1,08		0,98		1,02		0,76		0,74		1,00		0,96		0,97		0,78		0,93		0,81		0,89	
	Rph Noct	V1	0,75		0,69		1,23		1,06		1,12		0,73		0,70		1,08		1,01		1,04		0,73		0,97		0,78		0,89	
		V2	0,72		0,70		1,01		0,93		0,96		0,74		0,72		0,94		0,91		0,93		0,76		0,90		0,81		0,87	
	Rph Noct	V1	0,69		0,64		1,13		0,97		1,03		0,67		0,65		0,99		0,92		0,95		0,69		0,89		0,75		0,84	
		V2	0,67		0,65		0,93		0,86		0,89		0,69		0,68		0,87		0,85		0,86		0,73		0,84		0,78		0,83	
V1-D. Incolor			62,6	37,4	67,4	32,6	43,2	56,8	57,4	42,6	51,9	48,1	72,9	27,1	75,5	24,5	54,5	45,5	62,9	37,1	59,8	40,2	83,2	16,8	68,8	31,2	91,5	8,5	84,3	15,7
V2-D. LOW-E SGG			76,3	23,7	80,1	19,9	60,0	40,0	71,9	28,1	67,7	32,3	83,2	16,8	85,0	15,0	69,8	30,2	76,0	24,0	73,8	26,2	89,0	11,0	80,0	20,0	93,6	6,4	89,3	10,7
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,77		0,72		1,18		1,05		1,11		0,76		0,73		1,07		1,01		1,04		0,77		0,98		0,81		0,91	
		V2	0,76		0,73		1,00		0,94		0,97		0,77		0,76		0,95		0,92		0,93		0,79		0,91		0,82		0,88	
	Rph Noct	V1	0,73		0,69		1,10		0,98		1,03		0,74		0,71		1,00		0,95		0,98		0,76		0,93		0,81		0,88	
		V2	0,74		0,71		0,95		0,90		0,93		0,76		0,75		0,91		0,89		0,90		0,79		0,88		0,83		0,87	
	Rph Noct	V1	0,69		0,65		1,01		0,91		0,95		0,70		0,68		0,92		0,88		0,90		0,73		0,87		0,78		0,84	
		V2	0,70		0,68		0,88		0,85		0,86		0,73		0,72		0,85		0,84		0,84		0,76		0,84		0,80		0,84	
V1-D. Incolor			76,2	23,8	80,2	19,8	55,4	44,6	68,1	31,9	62,3	37,7	82,8	17,2	84,9	15,1	65,4	34,6	72,4	27,6	69,3	30,7	88,7	11,3	76,8	23,2	93,5	6,5	88,0	12,0
V2-D. LOW-E SGG			85,4	14,6	88,2	11,8	70,7	29,3	79,9	20,1	76,1	23,9	89,1	10,9	90,4	9,6	78,2	21,8	82,7	17,3	80,8	19,2	92,3	7,7	85,4	14,6	95,0	5,0	91,7	8,3
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,80		0,75		1,07		0,98		1,02		0,80		0,78		1,00		0,96		0,98		0,82		0,94		0,84		0,90	
		V2	0,80		0,77		0,95		0,92		0,93		0,81		0,80		0,92		0,91		0,91		0,83		0,90		0,84		0,88	
	Rph Noct	V1	0,79		0,74		1,02		0,95		0,98		0,79		0,77		0,96		0,93		0,94		0,81		0,91		0,84		0,89	
		V2	0,79		0,77		0,92		0,89		0,91		0,80		0,79		0,90		0,89		0,89		0,82		0,88		0,85		0,88	
	Rph Noct	V1	0,75		0,71		0,94		0,89		0,91		0,76		0,74		0,89		0,87		0,88		0,78		0,86		0,82		0,85	
		V2	0,75		0,74		0,86		0,85		0,85		0,77		0,76		0,85		0,84		0,84		0,80		0,84		0,82		0,85	
V1-D. Incolor			85,8	14,2	88,6	11,4	68,7	31,3	78,7	21,3	73,6	26,4	89,1	10,9	90,4	9,6	76,2	23,8	81,4	18,6	78,8	21,2	92,1	7,9	83,9	16,1	94,9	5,1	91,1	8,9
V2-D. LOW-E SGG			89,7	10,3	91,7	8,3	79,0	21,0	85,8	14,2	82,7	17,3	91,9	8,1	92,9	7,1	84,2	15,8	87,5	12,5	86,0	14,0	93,9	6,1	89,1	10,9	95,6	4,4	93,3	6,7

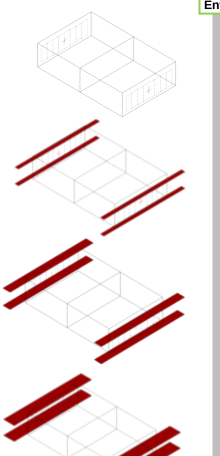
H4



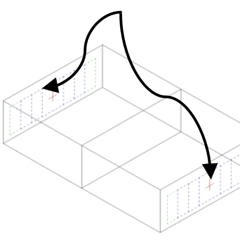


Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,87		0,77		1,44		1,15		1,24		0,75		0,70		1,19		1,06		1,10		0,68		0,97		0,67		0,81	
		V2	0,72		0,67		1,07		0,93		0,97		0,68		0,66		0,95		0,88		0,90		0,67		0,84		0,68		0,77	
	Rph Noct	V1	0,79		0,71		1,32		1,06		1,14		0,69		0,65		1,09		0,97		1,01		0,64		0,90		0,65		0,77	
		V2	0,67		0,63		0,99		0,86		0,90		0,64		0,62		0,88		0,82		0,84		0,64		0,79		0,68		0,74	
	Rph Noct	V1	0,71		0,64		1,21		0,95		1,04		0,62		0,59		0,99		0,88		0,92		0,58		0,81		0,62		0,71	
		V2	0,61		0,57		0,89		0,78		0,82		0,59		0,58		0,79		0,75		0,76		0,60		0,72		0,65		0,70	
V1-D. Incolor			40,9	59,1	45,2	54,8	28,1	71,9	42,1	57,9	37,2	62,8	54,0	46,0	57,1	42,9	39,3	60,7	48,8	51,2	45,6	54,4	71,5	28,5	56,7	43,3	88,3	11,7	79,7	20,3
V2-D. LOW-E SGG			60,1	39,9	64,7	35,3	46,1	53,9	60,9	39,1	56,0	44,0	72,0	28,0	74,5	25,5	58,5	41,5	67,0	33,0	64,2	35,8	83,5	16,5	73,2	26,8	92,7	7,3	87,7	12,3
Palas 0.6 m	Rph= 0.8	V1	0,70		0,62		1,22		1,02		1,09		0,65		0,61		1,05		0,95		0,99		0,63		0,90		0,66		0,78	
		V2	0,64		0,60		0,96		0,86		0,90		0,64		0,62		0,87		0,83		0,85		0,65		0,80		0,68		0,76	
	Rph Noct	V1	0,65		0,58		1,13		0,94		1,01		0,61		0,58		0,97		0,89		0,92		0,61		0,84		0,66		0,76	
		V2	0,61		0,58		0,89		0,81		0,84		0,62		0,60		0,82		0,79		0,80		0,64		0,77		0,68		0,74	
	Rph Noct	V1	0,59		0,53		1,03		0,85		0,92		0,56		0,54		0,88		0,80		0,83		0,57		0,76		0,63		0,71	
		V2	0,56		0,54		0,81		0,74		0,77		0,58		0,57		0,75		0,72		0,73		0,61		0,71		0,66		0,71	
V1-D. Incolor			59,3	40,7	64,2	35,8	38,9	61,1	54,0	46,0	47,9	52,1	70,9	29,1	73,8	26,2	50,8	49,2	60,1	39,9	56,5	43,5	83,1	16,9	66,8	33,2	92,8	7,2	84,9	15,1
V2-D. LOW-E SGG			75,4	24,6	79,5	20,5	57,2	42,8	70,8	29,2	65,7	34,3	83,3	16,7	85,4	14,6	68,2	31,8	75,5	24,5	72,8	27,2	90,1	9,9	80,1	19,9	95,2	4,8	90,7	9,3
Palas 1.2 m	Rph= 0.8	V1	0,66		0,60		1,08		0,93		0,99		0,64		0,61		0,95		0,89		0,92		0,65		0,85		0,68		0,77	
		V2	0,64		0,61		0,88		0,82		0,84		0,65		0,63		0,83		0,80		0,81		0,67		0,78		0,70		0,75	
	Rph Noct	V1	0,63		0,57		0,99		0,86		0,92		0,62		0,60		0,88		0,83		0,85		0,64		0,80		0,68		0,75	
		V2	0,63		0,60		0,83		0,78		0,80		0,64		0,63		0,79		0,77		0,78		0,67		0,76		0,70		0,74	
	Rph Noct	V1	0,58		0,54		0,90		0,79		0,84		0,58		0,56		0,81		0,76		0,78		0,61		0,74		0,66		0,72	
		V2	0,59		0,57		0,76		0,73		0,74		0,61		0,60		0,73		0,72		0,72		0,65		0,71		0,69		0,72	
V1-D. Incolor			75,2	24,8	79,6	20,4	52,1	47,9	66,2	33,8	59,6	40,4	82,8	17,2	85,1	14,9	63,1	36,9	71,1	28,9	67,4	32,6	89,6	10,4	76,1	23,9	94,9	5,1	89,0	11,0
V2-D. LOW-E SGG			86,1	13,9	89,2	10,8	69,5	30,5	80,0	20,0	75,4	24,6	90,3	9,7	91,7	8,3	77,9	22,1	83,2	16,8	80,9	19,1	93,8	6,2	86,1	13,9	96,5	3,5	93,2	6,8
Palas 1.9 m	Rph= 0.8	V1	0,69		0,63		0,95		0,86		0,90		0,69		0,66		0,88		0,83		0,85		0,69		0,81		0,71		0,76	
		V2	0,68		0,65		0,84		0,79		0,81		0,69		0,68		0,80		0,78		0,79		0,70		0,77		0,72		0,75	
	Rph Noct	V1	0,68		0,63		0,90		0,83		0,86		0,68		0,66		0,84		0,80		0,82		0,69		0,79		0,71		0,76	
		V2	0,68		0,65		0,80		0,77		0,78		0,69		0,68		0,78		0,76		0,77		0,71		0,76		0,72		0,75	
	Rph Noct	V1	0,65		0,60		0,83		0,77		0,79		0,65		0,63		0,78		0,75		0,76		0,67		0,74		0,70		0,73	
		V2	0,65		0,63		0,75		0,73		0,73		0,66		0,65		0,73		0,72		0,73		0,68		0,72		0,71		0,73	
V1-D. Incolor			86,5	13,5	89,6	10,4	67,2	32,8	78,5	21,5	72,5	27,5	90,1	9,9	91,6	8,4	75,6	24,4	81,5	18,5	78,4	21,6	93,4	6,6	84,3	15,7	96,3	3,7	92,4	7,6
V2-D. LOW-E SGG			91,0	9,0	93,2	6,8	79,1	20,9	86,7	13,3	83,1	16,9	93,3	6,7	94,3	5,7	84,9	15,1	88,5	11,5	86,8	13,2	95,4	4,6	90,3	9,7	97,1	2,9	94,8	5,2



Soluções Sem Dispositivo de Protecção Solar



Modelo 2 Cobertura

Legenda

🟥 Temp. Med Min. Inferior a 13°C

🟥 Temp. Med Max. superior a 30°C

🟧

superior a 1

1 — 1= 8180,17 kWh Solução de Referência

inferior a 1

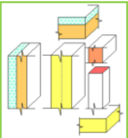
🟩 entre 0.8 e 1

🟦 entre 0.6 e 0.8

🟪 entre 0.4 e 0.6

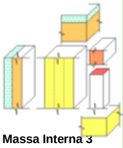
⬛ entre 0.2 e 0.4

⬜ entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,82		0,71		1,39		1,09		1,18		0,68		0,64		1,13		0,99		1,03		0,60		0,90		0,58		0,72	
		V2	0,66		0,60		1,01		0,85		0,90		0,61		0,58		0,87		0,80		0,82		0,59		0,76		0,60		0,68	
	Rph Noct	V1	0,74		0,65		1,27		0,99		1,08		0,62		0,58		1,02		0,90		0,94		0,56		0,82		0,57		0,68	
		V2	0,60		0,55		0,92		0,78		0,83		0,57		0,55		0,80		0,74		0,76		0,57		0,71		0,60		0,66	
	Rph Noct	V1	0,66		0,58		1,15		0,89		0,98		0,55		0,52		0,92		0,80		0,84		0,51		0,73		0,54		0,63	
		V2	0,54		0,50		0,82		0,70		0,74		0,52		0,50		0,71		0,67		0,68		0,53		0,64		0,58		0,62	
V1-D. Incolor			37,4	62,6	41,2	58,8	25,0	75,0	38,8	61,2	33,8	66,2	50,6	49,4	53,7	46,3	35,9	64,1	45,6	54,4	42,3	57,7	69,8	30,2	54,1	45,9	89,0	11,0	79,6	20,4
V2-D. LOW-E SGG			57,6	42,4	62,2	37,8	43,1	56,9	58,9	41,1	53,5	46,5	70,7	29,3	73,3	26,7	56,2	43,8	65,5	34,5	62,5	37,5	83,7	16,3	72,5	27,5	93,8	6,2	88,6	11,4
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,64		0,56		1,17		0,95		1,02		0,58		0,54		0,98		0,88		0,92		0,56		0,82		0,58		0,70	
		V2	0,57		0,53		0,89		0,78		0,82		0,56		0,54		0,80		0,75		0,77		0,57		0,72		0,60		0,67	
	Rph Noct	V1	0,59		0,52		1,07		0,87		0,94		0,54		0,51		0,90		0,81		0,84		0,54		0,76		0,58		0,67	
		V2	0,54		0,50		0,82		0,73		0,77		0,54		0,53		0,74		0,71		0,72		0,56		0,69		0,61		0,66	
	Rph Noct	V1	0,53		0,47		0,97		0,78		0,85		0,49		0,47		0,81		0,73		0,76		0,50		0,68		0,56		0,63	
		V2	0,50		0,47		0,74		0,66		0,69		0,51		0,49		0,67		0,64		0,65		0,54		0,63		0,59		0,63	
V1-D. Incolor			56,8	43,2	61,5	38,5	35,7	64,3	51,4	48,6	44,9	55,1	69,2	30,8	72,1	27,9	47,8	52,2	57,8	42,2	53,9	46,1	82,9	17,1	65,1	34,9	93,7	6,3	85,3	14,7
V2-D. LOW-E SGG			74,5	25,5	78,9	21,1	55,0	45,0	69,8	30,2	64,1	35,9	83,4	16,6	85,6	14,4	66,9	33,1	75,0	25,0	72,0	28,0	90,9	9,1	80,0	20,0	96,3	3,7	91,8	8,2
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,60		0,53		1,01		0,86		0,92		0,57		0,54		0,88		0,81		0,84		0,57		0,77		0,60		0,68	
		V2	0,57		0,53		0,81		0,74		0,76		0,57		0,56		0,75		0,71		0,73		0,59		0,70		0,62		0,67	
	Rph Noct	V1	0,56		0,50		0,92		0,79		0,84		0,55		0,52		0,81		0,75		0,78		0,56		0,72		0,60		0,67	
		V2	0,56		0,52		0,76		0,70		0,73		0,57		0,55		0,71		0,69		0,70		0,59		0,68		0,63		0,66	
	Rph Noct	V1	0,52		0,47		0,83		0,71		0,76		0,52		0,49		0,73		0,68		0,70		0,54		0,66		0,59		0,64	
		V2	0,53		0,50		0,69		0,65		0,66		0,54		0,53		0,65		0,64		0,65		0,57		0,64		0,61		0,64	
V1-D. Incolor			74,4	25,6	78,9	21,1	49,7	50,3	64,7	35,3	57,4	42,6	82,7	17,3	85,2	14,8	61,3	38,7	70,0	30,0	65,9	34,1	90,3	9,7	75,4	24,6	96,0	4,0	89,7	10,3
V2-D. LOW-E SGG			86,7	13,3	89,9	10,1	68,5	31,5	80,0	20,0	74,9	25,1	91,2	8,8	92,6	7,4	77,7	22,3	83,5	16,5	80,9	19,1	94,8	5,2	86,7	13,3	97,5	2,5	94,3	5,7
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,62		0,56		0,88		0,78		0,82		0,61		0,58		0,80		0,76		0,77		0,62		0,73		0,63		0,68	
		V2	0,61		0,58		0,76		0,71		0,73		0,62		0,60		0,72		0,70		0,71		0,63		0,69		0,64		0,67	
	Rph Noct	V1	0,61		0,56		0,83		0,75		0,78		0,61		0,58		0,76		0,73		0,74		0,62		0,71		0,64		0,68	
		V2	0,61		0,58		0,73		0,70		0,71		0,62		0,60		0,70		0,69		0,69		0,63		0,68		0,65		0,67	
	Rph Noct	V1	0,58		0,53		0,76		0,69		0,72		0,58		0,56		0,70		0,68		0,68		0,60		0,66		0,63		0,65	
		V2	0,58		0,56		0,68		0,66		0,66		0,59		0,58		0,65		0,65		0,65		0,61		0,65		0,63		0,65	
V1-D. Incolor			87,1	12,9	90,4	9,6	66,0	34,0	78,3	21,7	71,6	28,4	90,9	9,1	92,5	7,5	75,0	25,0	81,5	18,5	78,1	21,9	94,4	5,6	84,6	15,4	97,2	2,8	93,4	6,6
V2-D. LOW-E SGG			92,0	8,0	94,3	5,7	79,1	20,9	87,3	12,7	83,4	16,6	94,4	5,6	95,4	4,6	85,3	14,7	89,3	10,7	87,4	12,6	96,4	3,6	91,2	8,8	98,0	2,0	96,0	4,0



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,81		0,71		1,39		1,08		1,17		0,67		0,62		1,12		0,98		1,02		0,59		0,89		0,57		0,71	
		V2	0,64		0,58		1,00		0,84		0,89		0,59		0,57		0,86		0,79		0,81		0,57		0,74		0,59		0,66	
	Rph Noct	V1	0,73		0,64		1,26		0,98		1,07		0,61		0,57		1,01		0,89		0,93		0,54		0,81		0,56		0,67	
		V2	0,59		0,54		0,91		0,77		0,81		0,55		0,53		0,79		0,73		0,75		0,55		0,69		0,58		0,65	
	Rph Noct	V1	0,64		0,57		1,15		0,87		0,97		0,54		0,50		0,91		0,79		0,83		0,49		0,72		0,53		0,61	
		V2	0,52		0,48		0,81		0,69		0,73		0,50		0,49		0,70		0,65		0,67		0,51		0,62		0,56		0,61	
V1-D. Incolor			36,4	63,6	40,2	59,8	24,3	75,7	38,1	61,9	33,0	67,0	49,8	50,2	52,9	47,1	35,1	64,9	45,0	55,0	41,6	58,4	69,6	30,4	53,6	46,4	89,4	10,6	79,9	20,1
V2-D. LOW-E SGG			56,9	43,1	61,7	38,3	42,4	57,6	58,6	41,4	53,1	46,9	70,5	29,5	73,2	26,8	55,8	44,2	65,4	34,6	62,3	37,7	84,0	16,0	72,6	27,4	94,3	5,7	89,1	10,9
Palas 0.6 m	Rph= 0.8	V1	0,62		0,54		1,16		0,94		1,01		0,57		0,53		0,97		0,87		0,90		0,54		0,81		0,57		0,68	
		V2	0,56		0,51		0,88		0,77		0,81		0,55		0,53		0,78		0,73		0,75		0,56		0,70		0,59		0,66	
	Rph Noct	V1	0,57		0,50		1,06		0,86		0,93		0,53		0,50		0,89		0,80		0,83		0,52		0,74		0,56		0,66	
		V2	0,53		0,49		0,81		0,72		0,75		0,53		0,51		0,73		0,69		0,70		0,55		0,67		0,59		0,65	
	Rph Noct	V1	0,51		0,45		0,96		0,77		0,84		0,48		0,45		0,79		0,71		0,74		0,49		0,67		0,54		0,62	
		V2	0,48		0,45		0,73		0,65		0,68		0,49		0,48		0,65		0,63		0,64		0,52		0,62		0,58		0,62	
V1-D. Incolor			55,9	44,1	60,8	39,2	35,0	65,0	50,8	49,2	44,2	55,8	68,8	31,2	71,9	28,1	47,2	52,8	57,5	42,5	53,4	46,6	83,1	16,9	65,0	35,0	94,3	5,7	85,7	14,3
V2-D. LOW-E SGG			74,3	25,7	78,8	21,2	54,6	45,4	69,8	30,2	63,9	36,1	83,6	16,4	85,9	14,1	66,9	33,1	75,1	24,9	72,1	27,9	91,4	8,6	80,3	19,7	96,8	3,2	92,2	7,8
Palas 1.2 m	Rph= 0.8	V1	0,58		0,52		1,00		0,85		0,91		0,56		0,53		0,87		0,80		0,83		0,56		0,75		0,58		0,67	
		V2	0,55		0,52		0,80		0,72		0,75		0,56		0,54		0,73		0,70		0,71		0,58		0,68		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,55		0,49		0,91		0,78		0,83		0,53		0,51		0,80		0,74		0,76		0,55		0,71		0,59		0,66	
		V2	0,54		0,51		0,74		0,69		0,71		0,55		0,54		0,70		0,67		0,68		0,58		0,66		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,50		0,45		0,82		0,70		0,75		0,50		0,48		0,72		0,67		0,69		0,52		0,65		0,58		0,62	
		V2	0,51		0,48		0,67		0,64		0,65		0,53		0,52		0,64		0,63		0,63		0,56		0,62		0,60		0,63	
V1-D. Incolor			74,2	25,8	78,9	21,1	49,1	50,9	64,6	35,4	57,1	42,9	82,9	17,1	85,5	14,5	61,0	39,0	70,0	30,0	65,8	34,2	90,8	9,2	75,6	24,4	96,5	3,5	90,2	9,8
V2-D. LOW-E SGG			87,0	13,0	90,3	9,7	68,5	31,5	80,3	19,7	75,0	25,0	91,6	8,4	93,2	6,8	77,9	22,1	83,8	16,2	81,2	18,8	95,3	4,7	87,1	12,9	98,0	2,0	94,8	5,2
Palas 1.9 m	Rph= 0.8	V1	0,61		0,55		0,87		0,77		0,81		0,60		0,57		0,79		0,74		0,76		0,60		0,72		0,62		0,67	
		V2	0,60		0,57		0,75		0,70		0,72		0,60		0,59		0,71		0,69		0,69		0,61		0,68		0,63		0,66	
	Rph Noct	V1	0,60		0,54		0,82		0,74		0,77		0,59		0,57		0,75		0,71		0,73		0,60		0,69		0,63		0,66	
		V2	0,60		0,57		0,72		0,68		0,69		0,61		0,59		0,69		0,67		0,68		0,62		0,67		0,64		0,66	
	Rph Noct	V1	0,57		0,52		0,75		0,68		0,70		0,57		0,55		0,69		0,66		0,67		0,59		0,65		0,61		0,64	
		V2	0,57		0,54		0,66		0,64		0,65		0,58		0,57		0,64		0,64		0,64		0,60		0,63		0,62		0,64	
V1-D. Incolor			87,4	12,6	90,9	9,1	65,9	34,1	78,4	21,6	71,6	28,4	91,3	8,7	93,0	7,0	75,2	24,8	81,7	18,3	78,3	21,7	94,9	5,1	84,9	15,1	97,7	2,3	93,9	6,1
V2-D. LOW-E SGG			92,4	7,6	94,7	5,3	79,3	20,7	87,7	12,3	83,7	16,3	94,8	5,2	95,9	4,1	85,7	14,3	89,7	10,3	87,8	12,2	96,8	3,2	91,6	8,4	98,4	1,6	96,4	3,6

4.3.5.1 Soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado

- E linhas gerais, foi possível identificar dois conjuntos de soluções com base nos resultados observados (dois conjuntos de soluções presentes nas secções da Matriz sem qualquer tipo de protecção junto ao envidraçado):
A-) Soluções com massa equivalente a M I e MII associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente a MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.

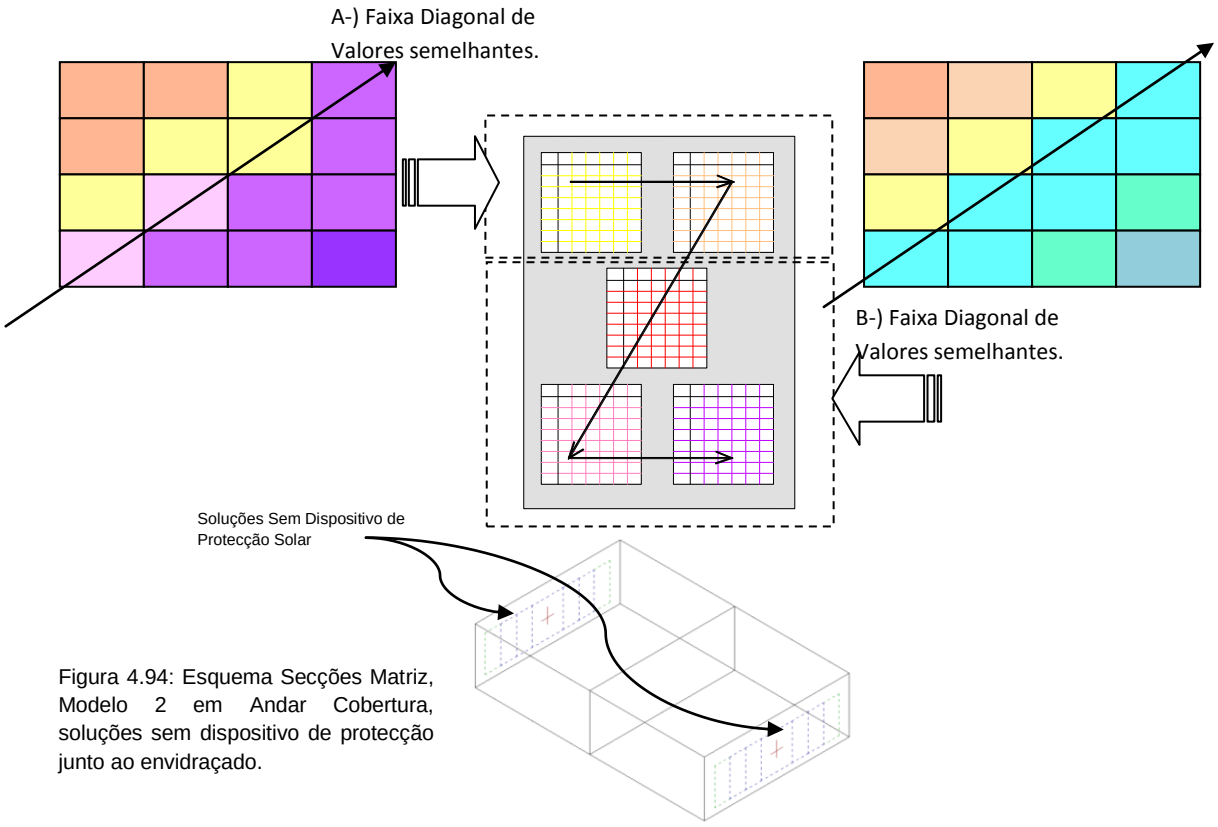
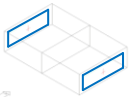


Figura 4.94: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Cobertura, soluções sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado.

Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.

4.3.5.1.1 Soluções Sul+ Norte:



Soluções com pelo menos uma das fachadas com envidraçada de 80%

- Para as soluções Sul+Norte sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): somente as soluções com vidro duplo incolor com taxas de ventilação expressas na Matriz de Rph=0,8 e de Rph NocI, apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (50%-65% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 25% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e sem palas (principalmente quando com massa equivalente M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Sul+Norte com área de envidraçado correspondendo a 80% em pelo menos uma das fachadas expostas e sem palas) pode-se considerar as unidades habitacionais existentes no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo

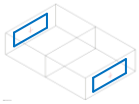
como H14/Hab14 e H18/Hab18, entretanto estas unidades apresentam os envidraçados orientados a Norte com dispositivo de protecção interior. (Apêndice I.4 do Anexo 4.1).

- Orientação Sul+Norte com Palas de 0.60m e com palas de 1.20m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 15% a 65% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 20%-45% das necessidades totais anuais (quando com palas de 0.60m) e entre 10%-25% (quando com palas de 1.20m).

Observação: ao exemplo e semelhança destas soluções (soluções orientadas a Sul+Norte com área de envidraçado correspondendo a 80% em pelo menos uma das fachadas expostas e com palas de 0.60ma 1.20m de largura) pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H4/Hab4. (Apêndice I.4 do Anexo 4.1).

- Para as soluções Sul+Norte com palas de 1.90m (com M1, M2 associado a 30mm de isolamento): as soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (85%-90% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções 15% a 25% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas), mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionar o conforto na Estação Fria, principalmente as soluções com vidro duplo especial V2.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.90m (com M2, M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 30% a 40% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 85%-95%.



<u>Soluções com pelo menos uma das fachadas com envidraçada de 60%</u>

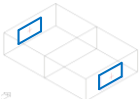
- Para as soluções Sul+Norte sem palas e com palas de 0.60 (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 10% a 55% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 25%-50% das necessidades totais anuais (quando sem palas) e entre 15%-30% (quando com palas de 0.60m).

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.20m, massa equivalente a M1 e 30mm de isolamento: as soluções com vidro duplo especiais (V2) e taxas de ventilação expressas na Matriz Rph NocI e NocII, apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções de 20% a 25% melhores que solução de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos para este trabalho) na Estação Fria. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado com palas de 1.20m e M1 associado a 30mm de isolamento, tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.20m (com M2, M3 e 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 25% a 50% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 5%-20% das necessidades totais anuais.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.90m, e com massa equivalente a M1 ou M2 associado a 30mm de isolamento: estas soluções independentemente do tipo de vidro (V1 ou V2) e das taxas de ventilação expressas na Matriz, apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções de 15% a 25% melhores que solução de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos para este trabalho) na Estação Fria.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.90m (com M2 ou M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 30% a 45% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 5%-10% das necessidades totais anuais.



<u>Soluções com 40% das fachadas envidraçadas</u>

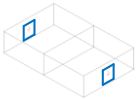
- Para as soluções Sul+Norte sem palas (com M1, M2, M3 associadas a 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 15% a 50% melhores que a solução de referência. Estas soluções tendem a não apresentarem valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 15%-30% das necessidades totais anuais.

- Orientação Sul+Norte com palas de 0.60m, massa equivalente a M1 e 30mm de isolamento: as soluções com vidro duplo especiais (V2) e taxas de ventilação expressas na Matriz Rph NocI e NocII, apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções de 20% a 25% melhores que solução de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos para este trabalho) na Estação Fria. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado com palas de 0.60m e M1 associado a 30mm de isolamento principalmente com vidro duplo incolor), tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Orientação Sul+Norte com palas de 0.60m (com M2, M3 e 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 25% a 50% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 10%-15% das necessidades totais anuais.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.20m e de 1.90m, com massa equivalente a M1 ou M2 associado a 30mm de isolamento: estas soluções independentemente do tipo de vidro (V1 ou V2) e das taxas de ventilação expressas na Matriz, apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções de 20% a 25% melhores que solução de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos para este trabalho) na Estação Fria.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.20m e de 1.90m (com M2 ou M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 35% a 50% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 5%-10% das necessidades totais anuais.

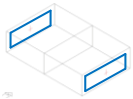


Soluções com 20% das fachadas envidraçadas

- Soluções orientadas a Sul+Norte com massa equivalente a M1 ou M2 associado a 30mm de isolamento: independentemente das dimensões bem como da presença ou não de palas, do tipo de vidro (V1 ou V2) e das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções de 15% a 25% melhores que solução de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos para este trabalho) na Estação Fria.

- Soluções orientadas a Sul+Norte com massa equivalente a M2 ou M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento: soluções com resultados cerca de 30% a 50% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 5%-10% das necessidades totais anuais.

4.3.5.1.2 Soluções a Oeste+Este:



Soluções com pelo menos uma das fachadas com envidraçada de 80%

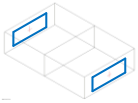
- Para as soluções Oeste+Este sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): independentemente do tipo de vidro (V1 ou V2) e das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (40%-75% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (soluções até 30% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) independentemente das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (30%-65% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (necessidade de Arrefecimento e de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 20% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e com palas de 0.60m (principalmente quando com vidros duplos especiais) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 1.20m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) independentemente das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (25%-50% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 25% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Entretanto as soluções com massa equivalente a M1 e M2 associadas a um grau de isolamento de 30mm, quando com vidro duplo especial (V2) tendem a apresentar valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e com palas de 1.20m (com M2 e M3 associados a isolamento de 60mm e de 100mm) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 1.90m (com M1, M2 associado a 30mm de isolamento): as soluções apontam para valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (correspondendo a 70%-80% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções até 15% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas), mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionar o conforto na Estação Fria, principalmente as soluções com vidro duplo especial V2.

- Orientação Sul+Norte com palas de 1.90m (com M2, M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 5% a 45% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 85%-95%.



<u>Soluções com pelo menos uma das fachadas com envidraçada em 60%</u>

- Para as soluções Oeste+Este sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) independentemente das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (30%-65% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 15% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e sem palas (principalmente quando com Vidros duplos especiais) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) independentemente das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (25%-65% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com as de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 10% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Entretanto as soluções com massa equivalente a M1 associadas a um grau de isolamento de 30mm, quando com vidro duplo especial (V2) tendem a apresentar valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e com palas de 0.60m (com M2 e M3 associados a isolamento de 30mm, 60mm e de 100mm) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 1.20m a 1.90m (com M1, M2 associado a 30mm de isolamento): as soluções apontam para valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (correspondendo a 65%-85% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções até 15% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas), mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionar o conforto na Estação Fria, principalmente as soluções com vidro duplo especial V2.

- Orientação Oeste+Este com palas de 1.20m a 1.90m (com M2, M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 5% a 35% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 60%-85%.

Soluções com 40% das fachadas envidraçadas

- Para as soluções Oeste+Este sem palas (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) independentemente das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (30%-65% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia (ao somar necessidade de Arrefecimento com Necessidades de Aquecimento) apresentam valor inferior ao de referência (são soluções até 15% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas no Verão, massa e grau de isolamento), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto na Estação Quente. Obs: As demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e sem palas (principalmente quando com Vidros duplos especiais) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 0.60m (com M1, M2, M3 e com 30mm, 60mm e 100mm de isolamento): soluções com vidro duplo incolor (v1) com taxas de ventilação ao longo do ano de Rph=0.8; tendem a apresentar valores de Necessidades de Arrefecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia; bem como Temp Med Max acima de 30°C. Ou seja, são soluções que em termos de temperatura não proporcionam o conforto na Estação Quente. Entretanto as soluções com massa equivalente a M1 associadas a um grau de isolamento de 30mm, quando com vidro duplo especial (V2) tendem a apresentar valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Enquanto, que as demais soluções da Matriz sem dispositivo de protecção junto ao envidraçado e com palas de 0.60m (quando com M2 e M3 associados a isolamento de 30mm, 60mm e de 100mm) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano.

- Para as soluções Oeste+Este com palas de 1.20m a 1.90m (com M1, M2 associado a 30mm de isolamento): as soluções apontam para valores de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia (correspondendo a 75%-95% das necessidades totais anuais); bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Ou seja, em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (são soluções até 20% melhores que solução de referência, dependendo das taxas de ventilação adoptadas), mas em termos de temperatura estas soluções tendem a não proporcionar o conforto na Estação Fria, principalmente as soluções com vidro duplo especial V2.

- Orientação Oeste+Este com palas de 1.20m a 1.90m (com M2, M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): soluções com resultados cerca de 15% a 40% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Aquecimento entre 75%-90%.

Soluções com 20% das fachadas envidraçadas

- Soluções orientadas a Oeste+Este com massa equivalente a M1 ou M2 associado a 30mm de isolamento: independentemente das dimensões das palas (presença ou não destas), do tipo de vidro (V1 ou V2) e das taxas de ventilação expressas na Matriz; os resultados gerais destas soluções apontam para valores percentuais de Necessidades de Aquecimento com tendência a conduzir a maiores dispêndios de energia, bem como Temp Med Min inferior a 13°C. Em termos de consumo anual de energia apresentam valor inferior ao da solução de referência (até 15% melhores que a de referência), mas em termos de temperatura estas soluções não proporcionam o conforto (com base nos limites estabelecidos) na Estação Fria.

- Soluções orientadas a Sul+Norte com massa equivalente a M2 ou M3 associados a 60mm e 100mm de isolamento: soluções com resultados cerca de 20% a 40% melhores que a solução de referência. Já estas soluções não apresentam valores de Temp. Med Max superior a 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C (independentemente do tipo de vidro, dimensões das palas e taxas de ventilação), portanto não apresentando situações críticas relativamente aos consumos e temperaturas em ambas estações. Estas soluções possuem valores de Necessidades de Arrefecimento entre 5%-20% das necessidades totais anuais. Entretanto algum cuidado deve-se para com as soluções que apresentem palas de 1.90m com vidros especiais V2, tendência a apresentar necessidades de aquecimento que conduzam a maior dispêndio de energia na estação fria, bem como Temp Med Min inferior a 13°C.

Análise Temperatura Modelo 2 Cobertura – Orientação: Sul+Norte e Oeste+Este (Zona1 a Sul ou Oeste, e Zona2 Norte ou Este) Sem Dispositivo de Protecção Interior e Exterior

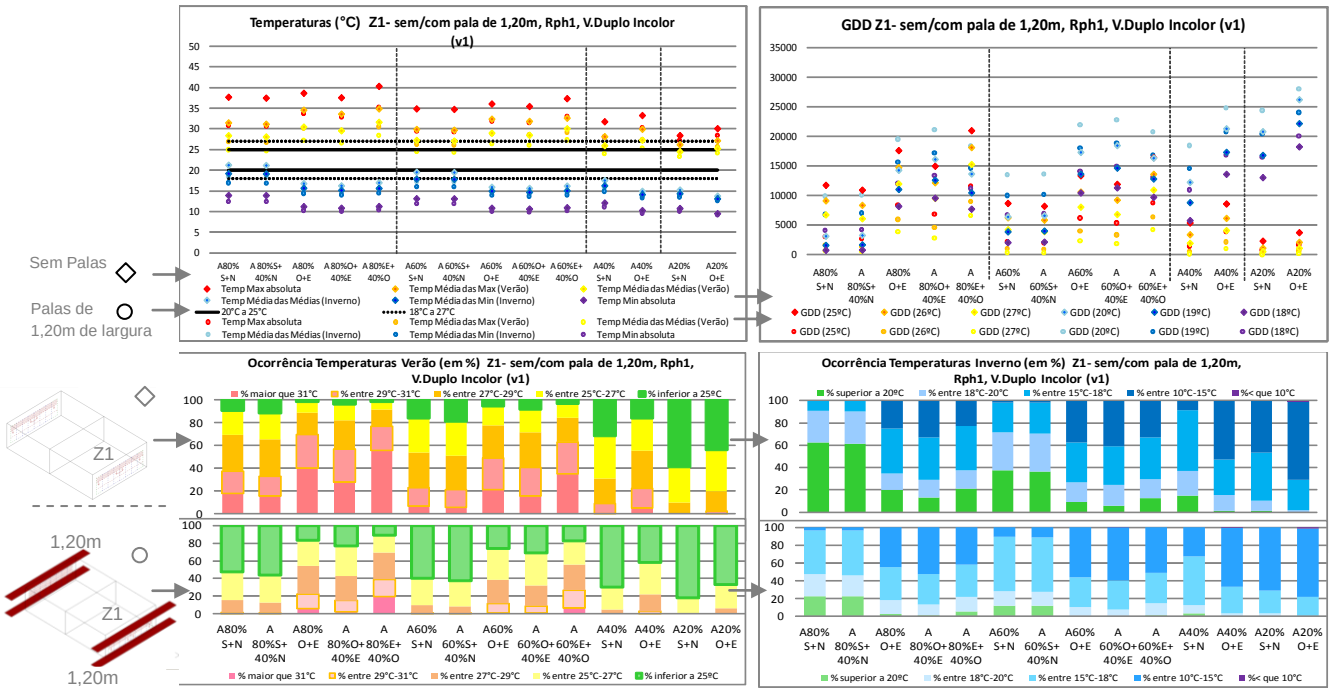


Figura 4.95: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção Zona 1.

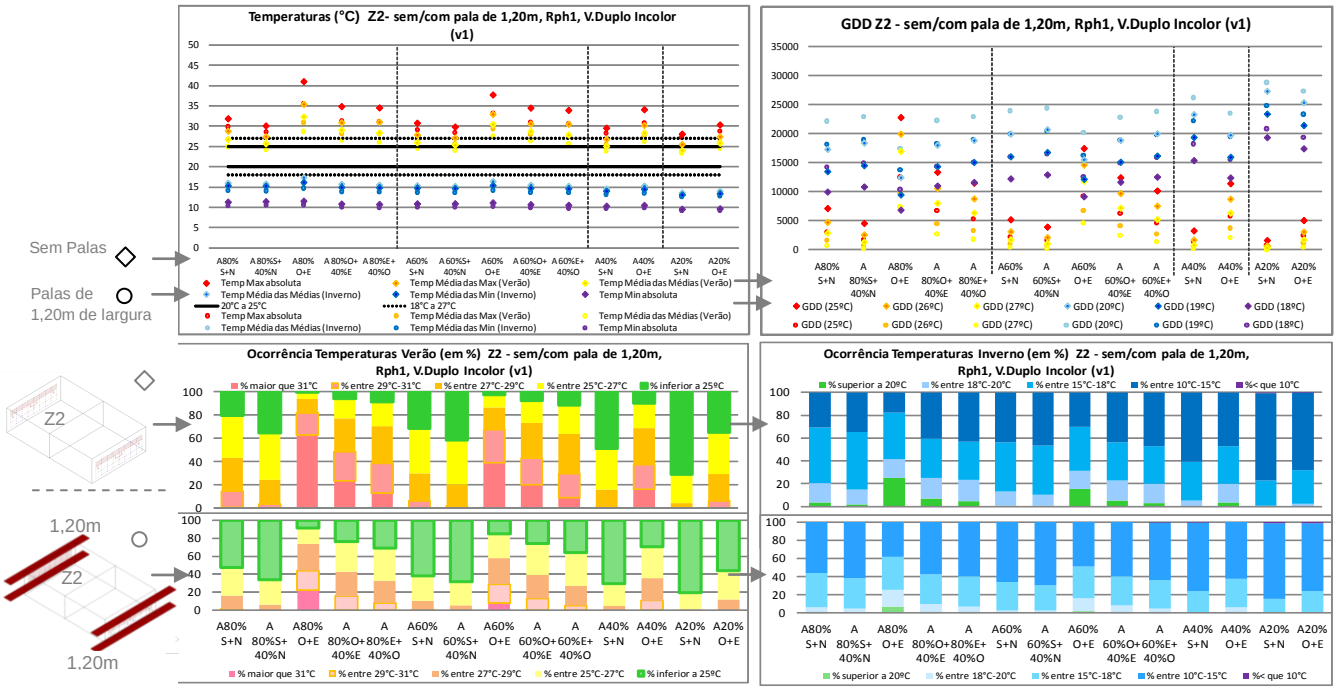


Figura 4.96: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Intermédio, soluções sem dispositivo de protecção Zona 2.

Verão:

- Sul+ Norte: soluções com orientação Sul+Norte, de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C-40°C na Zona1 e entre 23°C-31°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 23°C-29°C na Zona1 e entre 23°C-29°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 30°C (zona1) e entre 23°C e 28°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem

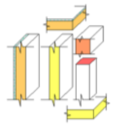
como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 10%-85% do tempo em Z1 (quando com palas inferiores a 0.60m) e em 5%-55% do tempo em Z2 (quando sem palas); isto para as soluções com Aenv 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas. Para as soluções com Aenv 40% da fachada (em ambas as faces expostas), verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 10%-60% do tempo em Z1 e em 5%-35% do tempo em Z2 (sem palas).

- Oeste+ Este: soluções com orientação Oeste+Este, de modo geral apresentam temperatura interior na estação quente que variam entre 24°C-41°C na Zona1 e entre 25°C-43°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 23°C-33°C na Zona1 e entre 24°C-34°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 23°C e 33°C (zona1) e entre 24°C e 35°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura máxima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -3°C (Z1) e -2,5°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -2,5°C (Z1) e -2,5°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -2°C (Z1) e -2°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verificou-se temperaturas superiores a 27°C em 10%-100% do tempo em Z1 e em 20%-100% do tempo em Z2; isto para as soluções com Aenv 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas (entretanto em ambas as zonas verifica-se soluções com temperatura superior a 31°C em mais de 50% do tempo).

Inverno:

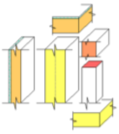
- Sul+ Norte soluções com orientação Sul+Norte, de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 11°C-21°C na Zona1 e entre 9°C-16°C na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 9°C-17°C na Zona1 e entre 9°C-14°C na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 14°C e 21°C (zona1) e entre 13°C e 16°C (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1,5°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -1°C (Z1) e -1°C (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1°C (Z1) e -0,5°C (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada em pelo menos uma das faces, temperaturas inferiores a 18°C em cerca de 50%-90% do tempo em Z1 (quando com palas horizontais superiores a 1,20m) e em cerca de 80%-100% do tempo em Z2 (considerando sem palas até palas de 1,90m); sendo que 5%-50% do tempo em Z1 e 35%-80% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C. Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% das fachadas exteriores, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C em boa parte do tempo para quase a totalidade destas soluções, em 60%-95% do tempo em Z1 e em 95%-100% do tempo em Z2 (10%-75% do tempo em Z1 e 60%-85% em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C).

- Oeste+ Este: soluções com orientação Oeste+Este, de modo geral apresentam temperatura interior na estação fria que variam entre 9°C-17°C na Zona1 e na Zona2 (quando sem palas horizontais) e 9°C-15°C na Zona1 e na Zona2 (quando com palas horizontais de 1.90m); sendo que a média das temperaturas diárias obtidas para estas soluções encontram-se entre 13°C e 17°C (zona1) e (zona2). A medida que vai se acrescentando 0.60m de palas horizontais nestas soluções com esta orientação, verifica-se uma redução gradativa na média da temperatura mínima, bem como na média da temperatura diária; ou seja, diferença de até -1°C (Z1) e (Z2) entre soluções sem palas para mesmas soluções com palas de 0.60m, diferença de até -1°C (Z1) e (Z2) entre soluções com palas de 0.60m e mesmas soluções com palas de 1.20m, diferença de até -1°C (Z1) e (Z2) entre soluções com palas de 1.20m e mesmas soluções com palas de 1.90m. Verifica-se para as soluções com envidraçado correspondendo a 80% da fachada em pelo menos uma das faces (considerando sem palas até palas de dimensões 1,90m) temperaturas inferiores a 18°C em cerca de 65%-95% do tempo em Z1 e em cerca de 60%-90% do tempo em Z2; sendo que 30%-70% do tempo em Z1 e 20%-60% do tempo em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C. Para as soluções com área de envidraçado correspondendo a 40% das fachadas exteriores, verifica-se temperaturas inferiores a 18°C em boa parte do tempo para quase a totalidade destas soluções, em 80%-100% do tempo em Z1 e em Z2 (50%-80% do tempo em Z1 e em Z2 com temperaturas inferiores a 15°C).



Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

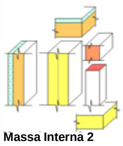
			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,88		0,83		1,25		1,12		1,14		0,84		0,82		1,13		1,07		1,08		0,82		1,02		0,85		0,95	
		V2	0,84		0,82		1,09		1,02		1,04		0,83		0,82		1,03		0,99		1,00		0,84		0,97		0,86		0,93	
	Rph Noct	V1	0,73		0,71		1,05		0,96		1,01		0,73		0,72		0,97		0,94		0,96		0,76		0,92		0,82		0,90	
		V2	0,75		0,74		0,97		0,93		0,95		0,77		0,77		0,94		0,92		0,93		0,80		0,91		0,85		0,91	
	Rph Noct	V1	0,57		0,58		0,78		0,76		0,80		0,62		0,63		0,77		0,78		0,79		0,69		0,79		0,78		0,84	
		V2	0,65		0,66		0,79		0,79		0,81		0,69		0,70		0,80		0,81		0,81		0,75		0,82		0,82		0,86	
V1-D. Incolor			65,4	34,6	69,7	30,3	54,3	45,7	66,3	33,7	63,1	36,9	74,9	25,1	77,1	22,9	64,9	35,1	71,2	28,8	69,5	30,5	83,6	16,4	76,0	24,0	90,7	9,3	86,6	13,4
V2-D. LOW-E SGG			75,6	24,4	78,8	21,2	66,2	33,8	75,4	24,6	72,9	27,1	82,1	17,9	83,5	16,5	74,3	25,7	78,8	21,2	77,6	22,4	87,6	12,4	82,1	17,9	92,2	7,8	89,3	10,7
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,79		0,75		1,13		1,04		1,06		0,78		0,77		1,05		1,01		1,02		0,80		0,98		0,84		0,94	
		V2	0,79		0,77		1,02		0,98		0,99		0,80		0,79		0,98		0,96		0,97		0,83		0,95		0,86		0,93	
	Rph Noct	V1	0,69		0,68		0,99		0,92		0,97		0,72		0,71		0,94		0,91		0,93		0,76		0,91		0,83		0,90	
		V2	0,74		0,73		0,94		0,91		0,93		0,77		0,76		0,92		0,90		0,91		0,81		0,90		0,85		0,91	
	Rph Noct	V1	0,58		0,60		0,77		0,77		0,80		0,64		0,65		0,78		0,79		0,80		0,71		0,81		0,80		0,85	
		V2	0,66		0,68		0,79		0,80		0,82		0,71		0,72		0,81		0,81		0,82		0,77		0,83		0,83		0,86	
V1-D. Incolor			76,8	23,2	80,2	19,8	63,5	36,5	73,7	26,3	70,5	29,5	83,1	16,9	84,8	15,2	72,2	27,8	77,4	22,6	75,8	24,2	88,5	11,5	81,0	19,0	92,8	7,2	89,0	11,0
V2-D. LOW-E SGG			83,6	16,4	86,1	13,9	73,3	26,7	80,8	19,2	78,4	21,6	87,6	12,4	88,8	11,2	79,7	20,3	83,3	16,7	82,2	17,8	91,0	9,0	85,8	14,2	93,8	6,2	91,1	8,9
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,78		0,75		1,06		1,00		1,01		0,79		0,78		1,00		0,97		0,98		0,82		0,96		0,86		0,93	
		V2	0,80		0,78		0,98		0,95		0,96		0,82		0,81		0,95		0,94		0,94		0,84		0,93		0,87		0,92	
	Rph Noct	V1	0,72		0,70		0,95		0,91		0,94		0,75		0,74		0,92		0,91		0,92		0,79		0,91		0,85		0,91	
		V2	0,76		0,76		0,92		0,90		0,92		0,79		0,79		0,91		0,90		0,91		0,83		0,90		0,87		0,91	
	Rph Noct	V1	0,64		0,65		0,78		0,79		0,81		0,69		0,70		0,80		0,81		0,82		0,75		0,83		0,82		0,86	
		V2	0,71		0,72		0,80		0,82		0,83		0,75		0,76		0,82		0,83		0,84		0,80		0,84		0,84		0,87	
V1-D. Incolor			84,1	15,9	86,7	13,3	71,9	28,1	79,9	20,1	76,8	23,2	88,0	12,0	89,2	10,8	78,6	21,4	82,6	17,4	81,1	18,9	91,2	8,8	85,1	14,9	94,0	6,0	90,9	9,1
V2-D. LOW-E SGG			88,6	11,4	90,4	9,6	80,0	20,0	85,5	14,5	83,5	16,5	91,0	9,0	91,8	8,2	84,6	15,4	87,2	12,8	86,2	13,8	93,0	7,0	88,8	11,2	94,7	5,3	92,5	7,5
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,82		0,79		0,99		0,96		0,97		0,83		0,82		0,96		0,95		0,95		0,85		0,94		0,88		0,92	
		V2	0,83		0,82		0,95		0,93		0,94		0,85		0,84		0,93		0,93		0,93		0,87		0,92		0,89		0,92	
	Rph Noct	V1	0,78		0,77		0,93		0,91		0,93		0,81		0,80		0,92		0,91		0,92		0,84		0,91		0,87		0,91	
		V2	0,81		0,81		0,91		0,90		0,92		0,84		0,83		0,91		0,90		0,91		0,86		0,91		0,89		0,91	
	Rph Noct	V1	0,71		0,72		0,80		0,81		0,83		0,75		0,75		0,82		0,83		0,84		0,80		0,84		0,85		0,87	
		V2	0,75		0,76		0,82		0,83		0,84		0,79		0,79		0,84		0,84		0,85		0,82		0,86		0,86		0,88	
V1-D. Incolor			89,2	10,8	91,0	9,0	80,0	20,0	85,8	14,2	83,2	16,8	91,3	8,7	92,1	7,9	84,6	15,4	87,4	12,6	86,1	13,9	93,1	6,9	88,9	11,1	94,8	5,2	92,6	7,4
V2-D. LOW-E SGG			91,2	8,8	92,6	7,4	85,0	15,0	89,0	11,0	87,3	12,7	92,7	7,3	93,3	6,7	88,2	11,8	90,1	9,9	89,3	10,7	94,0	6,0	91,0	9,0	95,1	4,9	93,6	6,4



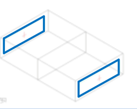
Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

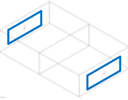
H16+

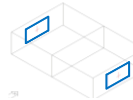
			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,83		0,79		1,21		1,07		1,10		0,79		0,77		1,08		1,02		1,03		0,77		0,97		0,80		0,90	
		V2	0,79		0,77		1,05		0,97		0,99		0,78		0,77		0,98		0,94		0,95		0,79		0,92		0,82		0,89	
	Rph Noct	V1	0,68		0,66		1,00		0,91		0,96		0,68		0,67		0,93		0,89		0,91		0,71		0,87		0,77		0,86	
		V2	0,70		0,69		0,92		0,88		0,91		0,72		0,72		0,89		0,87		0,88		0,75		0,86		0,80		0,86	
	Rph Noct	V1	0,52		0,53		0,72		0,71		0,75		0,57		0,58		0,72		0,72		0,74		0,64		0,75		0,74		0,79	
		V2	0,60		0,61		0,73		0,74		0,76		0,65		0,65		0,75		0,76		0,76		0,71		0,77		0,77		0,81	
V1-D. Incolor			64,9	35,1	69,4	30,6	53,2	46,8	66,0	34,0	62,5	37,5	75,1	24,9	77,3	22,7	64,4	35,6	71,2	28,8	69,3	30,7	84,3	15,7	76,2	23,8	91,6	8,4	87,4	12,6
V2-D. LOW-E SGG			76,0	24,0	79,1	20,9	65,9	34,1	75,6	24,4	72,9	27,1	82,7	17,3	84,2	15,8	74,4	25,6	79,3	20,7	77,9	22,1	88,5	11,5	82,8	17,2	93,2	6,8	90,2	9,8
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,74		0,70		1,09		1,00		1,02		0,73		0,72		1,00		0,96		0,97		0,75		0,93		0,80		0,89	
		V2	0,74		0,72		0,98		0,93		0,94		0,75		0,75		0,93		0,91		0,92		0,78		0,90		0,82		0,88	
	Rph Noct	V1	0,64		0,63		0,94		0,87		0,92		0,67		0,66		0,89		0,86		0,89		0,72		0,86		0,78		0,86	
		V2	0,69		0,68		0,89		0,86		0,88		0,72		0,72		0,87		0,86		0,87		0,76		0,86		0,81		0,86	
	Rph Noct	V1	0,54		0,55		0,72		0,72		0,75		0,59		0,60		0,73		0,74		0,75		0,67		0,76		0,76		0,80	
		V2	0,62		0,63		0,74		0,75		0,77		0,67		0,67		0,76		0,77		0,77		0,72		0,78		0,79		0,82	
V1-D. Incolor			77,0	23,0	80,6	19,4	62,9	37,1	73,9	26,1	70,4	29,6	83,8	16,2	85,5	14,5	72,3	27,7	77,8	22,2	76,0	24,0	89,5	10,5	81,6	18,4	93,9	6,1	89,9	10,1
V2-D. LOW-E SGG			84,4	15,6	86,9	13,1	73,5	26,5	81,3	18,7	78,8	21,2	88,6	11,4	89,7	10,3	80,2	19,8	84,0	16,0	82,8	17,2	92,0	8,0	86,5	13,5	94,8	5,2	92,0	8,0
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,73		0,70		1,01		0,95		0,97		0,74		0,73		0,95		0,93		0,93		0,77		0,91		0,81		0,88	
		V2	0,75		0,73		0,93		0,90		0,91		0,77		0,76		0,90		0,89		0,89		0,79		0,88		0,83		0,87	
	Rph Noct	V1	0,67		0,66		0,90		0,86		0,90		0,70		0,70		0,87		0,86		0,87		0,75		0,86		0,81		0,86	
		V2	0,72		0,71		0,87		0,85		0,87		0,75		0,75		0,86		0,85		0,86		0,79		0,86		0,83		0,86	
	Rph Noct	V1	0,59		0,60		0,73		0,74		0,77		0,65		0,65		0,75		0,76		0,77		0,71		0,78		0,78		0,82	
		V2	0,66		0,68		0,76		0,77		0,78		0,71		0,71		0,78		0,79		0,79		0,75		0,80		0,80		0,83	
V1-D. Incolor			84,9	15,1	87,6	12,4	71,9	28,1	80,4	19,6	77,1	22,9	88,9	11,1	90,2	9,8	79,1	20,9	83,2	16,8	81,6	18,4	92,3	7,7	85,9	14,1	95,0	5,0	91,9	8,1
V2-D. LOW-E SGG			89,7	10,3	91,5	8,5	80,5	19,5	86,3	13,7	84,1	15,9	92,0	8,0	92,9	7,1	85,3	14,7	88,1	11,9	87,0	13,0	94,0	6,0	89,7	10,3	95,7	4,3	93,5	6,5
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,77		0,75		0,95		0,91		0,92		0,79		0,77		0,91		0,90		0,90		0,81		0,89		0,83		0,88	
		V2	0,79		0,77		0,90		0,88		0,89		0,80		0,80		0,89		0,88		0,88		0,82		0,88		0,84		0,87	
	Rph Noct	V1	0,74		0,72		0,89		0,86		0,89		0,76		0,76		0,87		0,86		0,87		0,79		0,87		0,83		0,87	
		V2	0,77		0,76		0,87		0,86		0,87		0,79		0,79		0,86		0,86		0,86		0,82		0,86		0,84		0,87	
	Rph Noct	V1	0,66		0,67		0,76		0,77		0,79		0,71		0,71		0,78		0,78		0,79		0,75		0,80		0,81		0,83	
		V2	0,71		0,72		0,77		0,79		0,80		0,74		0,75		0,79		0,80		0,80		0,78		0,81		0,82		0,84	
V1-D. Incolor			90,3	9,7	92,0	8,0	80,5	19,5	86,5	13,5	83,8	16,2	92,3	7,7	93,2	6,8	85,3	14,7	88,2	11,8	86,9	13,1	94,2	5,8	89,7	10,3	95,7	4,3	93,6	6,4
V2-D. LOW-E SGG			92,3	7,7	93,6	6,4	85,8	14,2	89,8	10,2	88,1	11,9	93,8	6,2	94,4	5,6	89,0	11,0	91,0	9,0	90,2	9,8	95,0	5,0	92,0	8,0	96,1	3,9	94,5	5,5

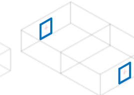


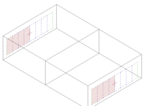
Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior

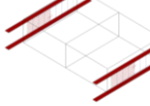


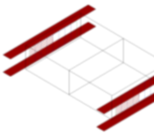


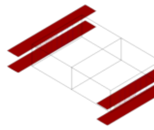






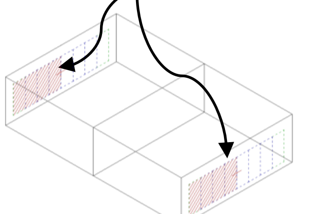






			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,73		0,67		1,11		0,96		0,98		0,67		0,65		0,96		0,90		0,91		0,65		0,84		0,67		0,76	
		V2	0,68		0,64		0,93		0,85		0,86		0,66		0,65		0,85		0,81		0,82		0,66		0,79		0,69		0,75	
	Rph Noct	V1	0,57		0,54		0,89		0,78		0,84		0,56		0,55		0,80		0,76		0,78		0,58		0,74		0,65		0,72	
		V2	0,59		0,57		0,81		0,75		0,78		0,60		0,59		0,76		0,74		0,75		0,63		0,73		0,68		0,73	
	Rph Noct	V1	0,41		0,42		0,60		0,59		0,62		0,45		0,46		0,60		0,60		0,61		0,52		0,62		0,62		0,67	
		V2	0,49		0,50		0,61		0,62		0,64		0,53		0,54		0,62		0,63		0,64		0,59		0,65		0,66		0,69	
V1-D. Incolor			62,1	37,9	66,8	33,2	49,7	50,3	64,1	35,9	60,0	40,0	73,9	26,1	76,3	23,7	62,2	37,8	70,0	30,0	67,8	32,2	84,8	15,2	75,8	24,2	93,1	6,9	88,7	11,3
V2-D. LOW-E SGG			75,3	24,7	78,6	21,4	64,2	35,8	75,3	24,7	72,1	27,9	83,1	16,9	84,7	15,3	73,9	26,1	79,5	20,5	77,9	22,1	89,7	10,3	83,5	16,5	94,8	5,2	91,8	8,2
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,63		0,58		0,98		0,87		0,90		0,62		0,60		0,88		0,83		0,84		0,63		0,80		0,67		0,75	
		V2	0,62		0,60		0,86		0,80		0,81		0,63		0,62		0,80		0,78		0,79		0,65		0,76		0,69		0,74	
	Rph Noct	V1	0,53		0,51		0,82		0,75		0,80		0,55		0,54		0,77		0,74		0,76		0,59		0,73		0,66		0,73	
		V2	0,58		0,56		0,77		0,73		0,76		0,60		0,60		0,74		0,73		0,74		0,64		0,73		0,69		0,73	
	Rph Noct	V1	0,43		0,44		0,60		0,60		0,63		0,48		0,49		0,61		0,61		0,63		0,55		0,64		0,64		0,68	
		V2	0,51		0,52		0,62		0,63		0,65		0,56		0,56		0,64		0,65		0,65		0,61		0,66		0,67		0,70	
V1-D. Incolor			76,2	23,8	80,0	20,0	60,6	39,4	73,1	26,9	69,0	31,0	84,1	15,9	85,9	14,1	71,2	28,8	77,6	22,4	75,5	24,5	90,6	9,4	81,9	18,1	95,3	4,7	91,3	8,7
V2-D. LOW-E SGG			85,1	14,9	87,7	12,3	72,8	27,2	81,8	18,2	78,8	21,2	89,7	10,3	90,9	9,1	80,5	19,5	84,8	15,2	83,4	16,6	93,5	6,5	87,6	12,4	96,4	3,6	93,7	6,3
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,62		0,58		0,89		0,82		0,84		0,62		0,61		0,83		0,80		0,81		0,65		0,78		0,68		0,75	
		V2	0,63		0,61		0,81		0,77		0,78		0,65		0,64		0,77		0,76		0,77		0,67		0,75		0,70		0,74	
	Rph Noct	V1	0,56		0,54		0,78		0,74		0,77		0,59		0,58		0,75		0,73		0,75		0,63		0,73		0,68		0,73	
		V2	0,61		0,59		0,75		0,73		0,75		0,63		0,63		0,74		0,73		0,74		0,67		0,73		0,70		0,74	
	Rph Noct	V1	0,48		0,49		0,61		0,62		0,65		0,54		0,54		0,63		0,64		0,65		0,60		0,66		0,66		0,70	
		V2	0,56		0,56		0,64		0,66		0,67		0,60		0,60		0,66		0,67		0,67		0,64		0,68		0,69		0,71	
V1-D. Incolor			85,6	14,4	88,4	11,6	71,0	29,0	80,5	19,5	76,7	23,3	90,0	10,0	91,3	8,7	79,0	21,0	83,7	16,3	81,8	18,2	93,6	6,4	86,7	13,3	96,4	3,6	93,4	6,6
V2-D. LOW-E SGG			91,1	8,9	92,9	7,1	80,9	19,1	87,3	12,7	84,8	15,2	93,5	6,5	94,4	5,6	86,2	13,8	89,3	10,7	88,1	11,9	95,6	4,4	91,1	8,9	97,2	2,8	95,1	4,9
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,66		0,63		0,83		0,79		0,80		0,67		0,65		0,79		0,77		0,78		0,68		0,76		0,71		0,75	
		V2	0,67		0,65		0,78		0,76		0,77		0,68		0,68		0,76		0,75		0,76		0,70		0,75		0,72		0,74	
	Rph Noct	V1	0,63		0,61		0,77		0,74		0,77		0,65		0,64		0,75		0,74		0,75		0,68		0,74		0,71		0,74	
		V2	0,66		0,65		0,75		0,74		0,75		0,68		0,67		0,74		0,74		0,74		0,70		0,74		0,72		0,74	
	Rph Noct	V1	0,56		0,56		0,64		0,65		0,67		0,60		0,60		0,66		0,67		0,67		0,64		0,68		0,69		0,71	
		V2	0,61		0,61		0,66		0,68		0,68		0,64		0,64		0,68		0,69		0,69		0,67		0,70		0,70		0,72	
V1-D. Incolor			91,6	8,4	93,5	6,5	80,8	19,2	87,5	12,5	84,4	15,6	93,7	6,3	94,6	5,4	86,1	13,9	89,3	10,7	87,8	12,2	95,6	4,4	91,0	9,0	97,2	2,8	95,1	4,9
V2-D. LOW-E SGG			93,9	6,1	95,2	4,8	86,8	13,2	91,3	8,7	89,3	10,7	95,3	4,7	95,9	4,1	90,4	9,6	92,5	7,5	91,5	8,5	96,5	3,5	93,5	6,5	97,5	2,5	96,1	3,9

Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Interior – Tipo Portada Interior



Modelo 2 Cobertura

Legenda

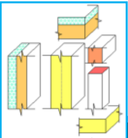
- 🟥 Temp. Med Min. Inferior a 13°C
- 🟥 Temp. Med Max. superior a 30°C
- 🟧

superior a 1

- 🟨 **1** — 1= 8180,17 kWh Solução de Referência

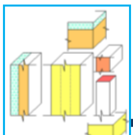
inferior a 1

- 🟩 entre 0.8 e 1
- 🟦 entre 0.6 e 0.8
- 🟪 entre 0.4 e 0.6
- ⬛ entre 0.2 e 0.4
- ⬜ entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,67		0,60		1,04		0,88		0,91		0,60		0,57		0,89		0,82		0,83		0,57		0,76		0,58		0,67	
		V2	0,60		0,57		0,86		0,77		0,79		0,58		0,57		0,77		0,73		0,74		0,58		0,70		0,61		0,66	
	Rph Noct	V1	0,51		0,47		0,82		0,70		0,76		0,49		0,47		0,73		0,68		0,70		0,51		0,66		0,57		0,64	
		V2	0,52		0,50		0,73		0,67		0,70		0,53		0,52		0,68		0,66		0,67		0,55		0,65		0,60		0,65	
	Rph Noct	V1	0,34		0,35		0,53		0,51		0,54		0,38		0,39		0,52		0,52		0,53		0,45		0,54		0,55		0,59	
		V2	0,42		0,42		0,54		0,54		0,56		0,46		0,46		0,55		0,56		0,56		0,52		0,57		0,58		0,61	
V1-D. Incolor			59,8	40,2	64,5	35,5	46,9	53,1	62,5	37,5	58,0	42,0	72,7	27,3	75,2	24,8	60,5	39,5	69,0	31,0	66,5	33,5	85,0	15,0	75,4	24,6	94,1	5,9	89,6	10,4
V2-D. LOW-E SGG			74,6	25,4	78,0	22,0	62,8	37,2	75,0	25,0	71,4	28,6	83,3	16,7	85,0	15,0	73,5	26,5	79,6	20,4	77,8	22,2	90,6	9,4	84,0	16,0	96,0	4,0	93,0	7,0
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,56		0,51		0,91		0,80		0,82		0,54		0,52		0,80		0,75		0,76		0,55		0,72		0,59		0,66	
		V2	0,55		0,52		0,78		0,72		0,74		0,56		0,54		0,72		0,70		0,70		0,57		0,68		0,61		0,66	
	Rph Noct	V1	0,47		0,44		0,75		0,67		0,72		0,48		0,47		0,69		0,66		0,68		0,52		0,65		0,58		0,64	
		V2	0,51		0,49		0,69		0,65		0,68		0,53		0,52		0,66		0,65		0,66		0,56		0,65		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,36		0,37		0,52		0,52		0,55		0,41		0,42		0,53		0,54		0,55		0,48		0,56		0,57		0,60	
		V2	0,44		0,45		0,55		0,56		0,57		0,49		0,49		0,56		0,57		0,58		0,54		0,59		0,60		0,62	
V1-D. Incolor			75,5	24,5	79,3	20,7	58,8	41,2	72,4	27,6	67,8	32,2	84,1	15,9	86,1	13,9	70,3	29,7	77,3	22,7	75,0	25,0	91,4	8,6	82,0	18,0	96,4	3,6	92,4	7,6
V2-D. LOW-E SGG			85,5	14,5	88,2	11,8	72,3	27,7	82,1	17,9	78,8	21,2	90,5	9,5	91,8	8,2	80,6	19,4	85,4	14,6	83,8	16,2	94,6	5,4	88,4	11,6	97,4	2,6	94,9	5,1
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,55		0,51		0,82		0,75		0,77		0,55		0,53		0,75		0,72		0,73		0,57		0,69		0,60		0,66	
		V2	0,56		0,53		0,73		0,69		0,70		0,57		0,56		0,70		0,68		0,68		0,59		0,67		0,62		0,66	
	Rph Noct	V1	0,49		0,47		0,71		0,66		0,70		0,52		0,51		0,67		0,65		0,67		0,55		0,65		0,61		0,65	
		V2	0,54		0,52		0,68		0,65		0,67		0,56		0,55		0,66		0,65		0,66		0,59		0,65		0,63		0,66	
	Rph Noct	V1	0,42		0,42		0,54		0,55		0,57		0,47		0,47		0,56		0,56		0,57		0,53		0,58		0,59		0,62	
		V2	0,49		0,50		0,57		0,58		0,59		0,53		0,53		0,59		0,60		0,60		0,57		0,61		0,62		0,64	
V1-D. Incolor			86,0	14,0	88,9	11,1	70,2	29,8	80,6	19,4	76,3	23,7	90,8	9,2	92,1	7,9	78,9	21,1	84,0	16,0	81,9	18,1	94,6	5,4	87,3	12,7	97,4	2,6	94,4	5,6
V2-D. LOW-E SGG			92,1	7,9	94,0	6,0	81,1	18,9	88,1	11,9	85,3	14,7	94,6	5,4	95,4	4,6	86,9	13,1	90,2	9,8	88,8	11,2	96,6	3,4	92,1	7,9	98,2	1,8	96,3	3,7
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,58		0,55		0,75		0,71		0,72		0,59		0,58		0,71		0,69		0,70		0,61		0,68		0,63		0,66	
		V2	0,60		0,58		0,71		0,68		0,69		0,61		0,60		0,68		0,67		0,68		0,62		0,67		0,64		0,66	
	Rph Noct	V1	0,56		0,54		0,70		0,66		0,69		0,58		0,57		0,67		0,66		0,67		0,60		0,66		0,63		0,66	
		V2	0,59		0,58		0,68		0,66		0,67		0,61		0,60		0,67		0,66		0,66		0,63		0,66		0,65		0,66	
	Rph Noct	V1	0,50		0,50		0,57		0,58		0,60		0,53		0,53		0,59		0,59		0,60		0,57		0,61		0,62		0,64	
		V2	0,54		0,55		0,59		0,61		0,61		0,57		0,57		0,61		0,61		0,62		0,60		0,62		0,63		0,64	
V1-D. Incolor			92,6	7,4	94,5	5,5	81,0	19,0	88,2	11,8	84,8	15,2	94,7	5,3	95,6	4,4	86,7	13,3	90,1	9,9	88,5	11,5	96,6	3,4	91,9	8,1	98,1	1,9	96,2	3,8
V2-D. LOW-E SGG			95,0	5,0	96,3	3,7	87,6	12,4	92,3	7,7	90,2	9,8	96,4	3,6	97,0	3,0	91,3	8,7	93,5	6,5	92,5	7,5	97,5	2,5	94,6	5,4	98,5	1,5	97,2	2,8



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,65		0,59		1,03		0,87		0,90		0,58		0,56		0,88		0,80		0,82		0,56		0,75		0,57		0,66	
		V2	0,59		0,55		0,84		0,75		0,77		0,57		0,55		0,76		0,72		0,73		0,57		0,69		0,59		0,65	
	Rph Noct	V1	0,49		0,46		0,81		0,69		0,75		0,47		0,46		0,71		0,66		0,69		0,49		0,64		0,55		0,62	
		V2	0,50		0,48		0,71		0,65		0,68		0,51		0,50		0,66		0,64		0,65		0,54		0,63		0,59		0,63	
	Rph Noct	V1	0,33		0,33		0,51		0,49		0,52		0,36		0,37		0,50		0,50		0,51		0,43		0,52		0,53		0,58	
		V2	0,40		0,41		0,52		0,53		0,54		0,44		0,45		0,53		0,54		0,55		0,50		0,56		0,57		0,60	
V1-D. Incolor			59,3	40,7	64,2	35,8	46,4	53,6	62,5	37,5	57,8	42,2	72,7	27,3	75,3	24,7	60,3	39,7	69,1	30,9	66,6	33,4	85,4	14,6	75,7	24,3	94,6	5,4	90,0	10,0
V2-D. LOW-E SGG			74,6	25,4	78,2	21,8	62,8	37,2	75,2	24,8	71,6	28,4	83,6	16,4	85,3	14,7	73,7	26,3	80,0	20,0	78,1	21,9	91,0	9,0	84,4	15,6	96,4	3,6	93,5	6,5
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,54		0,50		0,90		0,78		0,81		0,53		0,51		0,79		0,74		0,75		0,53		0,70		0,57		0,65	
		V2	0,54		0,51		0,77		0,71		0,72		0,54		0,53		0,71		0,68		0,69		0,56		0,67		0,60		0,64	
	Rph Noct	V1	0,45		0,42		0,74		0,65		0,70		0,46		0,45		0,67		0,64		0,66		0,50		0,63		0,57		0,63	
		V2	0,49		0,47		0,68		0,64		0,66		0,51		0,51		0,65		0,63		0,64		0,55		0,63		0,60		0,64	
	Rph Noct	V1	0,34		0,35		0,50		0,51		0,53		0,40		0,40		0,51		0,52		0,53		0,47		0,54		0,56		0,59	
		V2	0,42		0,43		0,53		0,54		0,56		0,47		0,48		0,55		0,56		0,56		0,53		0,58		0,59		0,61	
V1-D. Incolor			75,4	24,6	79,4	20,6	58,6	41,4	72,6	27,4	67,8	32,2	84,4	15,6	86,4	13,6	70,4	29,6	77,6	22,4	75,2	24,8	91,8	8,2	82,4	17,6	96,9	3,1	92,8	7,2
V2-D. LOW-E SGG			85,8	14,2	88,6	11,4	72,5	27,5	82,5	17,5	79,1	20,9	91,0	9,0	92,3	7,7	81,0	19,0	85,8	14,2	84,1	15,9	95,0	5,0	88,8	11,2	97,9	2,1	95,3	4,7
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,53		0,50		0,81		0,73		0,75		0,53		0,52		0,74		0,70		0,71		0,55		0,68		0,59		0,65	
		V2	0,54		0,52		0,72		0,68		0,69		0,56		0,55		0,68		0,67		0,67		0,58		0,66		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,48		0,45		0,69		0,64		0,68		0,50		0,49		0,66		0,64		0,65		0,54		0,64		0,59		0,64	
		V2	0,52		0,51		0,66		0,64		0,66		0,55		0,54		0,65		0,64		0,65		0,58		0,64		0,62		0,65	
	Rph Noct	V1	0,40		0,41		0,52		0,53		0,55		0,45		0,46		0,54		0,55		0,56		0,51		0,57		0,58		0,61	
		V2	0,48		0,48		0,56		0,57		0,58		0,52		0,52		0,57		0,58		0,59		0,56		0,60		0,61		0,62	
V1-D. Incolor			86,3	13,7	89,3	10,7	70,3	29,7	80,9	19,1	76,6	23,4	91,2	8,8	92,6	7,4	79,2	20,8	84,4	15,6	82,2	17,8	95,1	4,9	87,7	12,3	97,9	2,1	94,9	5,1
V2-D. LOW-E SGG			92,5	7,5	94,5	5,5	81,5	18,5	88,5	11,5	85,6	14,4	95,1	4,9	95,9	4,1	87,3	12,7	90,6	9,4	89,2	10,8	97,1	2,9	92,5	7,5	98,6	1,4	96,7	3,3
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,57		0,54		0,74		0,69		0,71		0,58		0,56		0,70		0,68		0,69		0,59		0,67		0,62		0,65	
		V2	0,59		0,57		0,69		0,67		0,68		0,60		0,59		0,67		0,66		0,66		0,61		0,66		0,63		0,65	
	Rph Noct	V1	0,54		0,52		0,68		0,65		0,68		0,57		0,55		0,66		0,65		0,66		0,59		0,65		0,62		0,65	
		V2	0,58		0,56		0,66		0,65		0,66		0,60		0,59		0,65		0,65		0,65		0,61		0,65		0,64		0,65	
	Rph Noct	V1	0,48		0,48		0,56		0,57		0,58		0,52		0,52		0,57		0,58		0,59		0,56		0,60		0,61		0,62	
		V2	0,53		0,53		0,58		0,59		0,60		0,56		0,56		0,59		0,60		0,60		0,59		0,61		0,62		0,63	
V1-D. Incolor			93,0	7,0	95,0	5,0	81,3	18,7	88,7	11,3	85,1	14,9	95,2	4,8	96,1	3,9	87,1	12,9	90,6	9,4	88,9	11,1	97,0	3,0	92,3	7,7	98,5	1,5	96,6	3,4
V2-D. LOW-E SGG			95,5	4,5	96,7	3,3	88,0	12,0	92,8	7,2	90,6	9,4	96,8	3,2	97,4	2,6	91,8	8,2	94,0	6,0	93,0	7,0	97,9	2,1	95,1	4,9	98,8	1,2	97,6	2,4

4.3.5.2 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção Interior junto ao envidraçado

- Podemos identificar, em linhas gerais, dois conjuntos de resultados referente as diferentes soluções presentes nas secções da Matriz que agregam tipos de protecções interiores do tipo portada: conjunto
A-) Soluções com massa equivalente MI e MII associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.

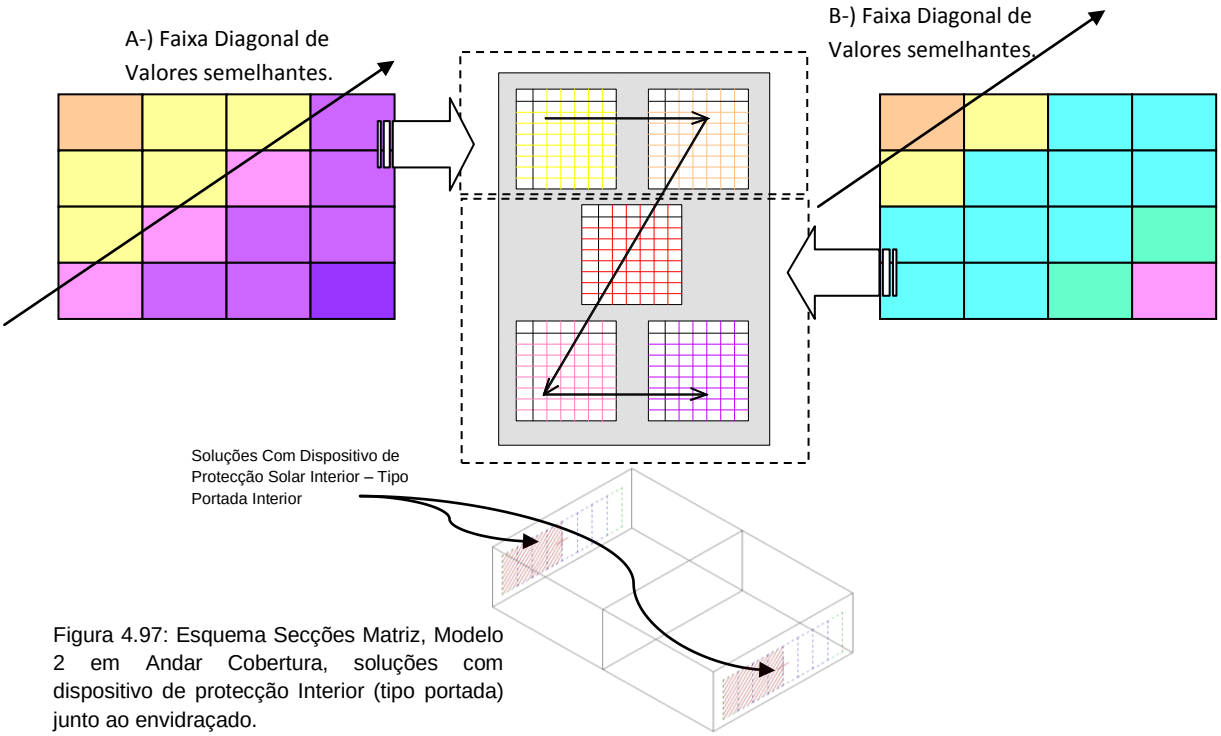
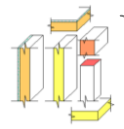
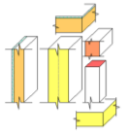


Figura 4.97: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Interior (tipo portada) junto ao envidraçado.

Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.





- No grupo de soluções A-), somente algumas soluções da Matriz não tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, ou seja somente algumas soluções tendem a não apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

As soluções que não apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:

- Soluções a Sul+Norte quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, com palas de dimensões inferiores a 1.20m, com os diferentes tipos de portadas associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (PortadaI com Rph=0.8, PortadaII com RphNocI, PortadaIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2). Com área de envidraçado (em ambas as faces expostas) de 40% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com os diferentes tipos de portadas associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (PortadaI com Rph=0.8, PortadaII com RphNocI, PortadaIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2), mas principalmente com vidro duplo incolor. Obs: as demais soluções com área de envidraçado de 20%-40% (em ambas faces expostas) a e de 60%-80% da fachada (em pelo menos uma das faces expostas), não mencionadas/descritas anteriormente, tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C (parcela necessidades de aquecimento normalmente superior a 90% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

- Soluções a Oeste+Este quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, com palas de dimensões inferiores a 0.60m, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com vidro duplo incolor. Quando com área de envidraçado (em ambas as faces expostas) de 40% da fachada, sem palas, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com vidro duplo incolor (V1).
Obs: as demais soluções (não mencionadas anteriormente) com área de envidraçado superior a 60% da fachada (em pelo menos uma das faces expostas) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 0.60m conjugadas principalmente com vidros duplos incolores (maior preocupação com estação quente); entretanto tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões de 0.60m conjugadas com vidros duplos especiais e quando com palas de dimensões superiores a 1.20m com ambos tipos de vidros da Matriz (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas faces expostas (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

Observação: a exemplo e semelhança das soluções orientadas a Oeste+Este com área de envidraçado correspondendo a 80% das fachadas expostas, pode-se considerar a unidade habitacional existente no parque edificado de Lisboa, denominada neste estudo como H16 ou Hab16, entretanto esta unidade apresenta envidraçados orientados a Este com dispositivo de protecção interior. (Apêndice I.4 do Anexo 4.1).

- No grupo de soluções B-) somente algumas soluções da Matriz tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, ou seja somente algumas soluções tendem a apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

As soluções que apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:

- Soluções a Oeste+Este (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, sem ou com palas inferiores a 0.60m, com PortadaI associada a Rph=0.8 e ambos tipos de vidros, e PortadaII associada a RphNocI e vidro duplo incolor (V1). Soluções que tendem à apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C (maior preocupação com estação quente).

- Soluções a Oeste+Este (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado de 20% da fachada em ambas as faces expostas, com palas de 1.90m, com PortadaII associada a RphNocI e PortadaIII associada a RphNocII, com ambos tipos de vidros duplos (V1 e V2); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior preocupação com estação fria).

As demais soluções da Matriz com presença de portada interior (principalmente quando com massa equivalente M2 e M3 associado a 100mm de isolamento) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do apresentado na Secção da Matriz correspondente ao ModeloII Cobertura sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado. Desta forma ao estabelecer comparação entre as Secções da Matriz que representam as soluções sem dispositivo de protecção com aquelas que representam as soluções com dispositivo de protecção interior; fica evidente de alguma forma a importância da presença de um dispositivo de protecção, mesmo este sendo interior (melhores resultados, mais soluções com melhor desempenho, mais opções).

A seguir os quadros resumo, correspondentes ao conjunto de soluções A-) e ao conjunto de soluções B-), tabela a qual demonstra em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo2 Cobertura com portada interiores e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

	80% (face1)+ 80%/40% (face2)	60% (face1)+ 60%/40% (face2)	40% (face1)+ 40% (face2)	20% (face1)+ 20% (face2)
Sul+Norte	15% a 45%	15% a 40%	20% a 30%	15% a 25%
Oeste+Este	até 25%	até 25%	até 20%	até 15%

Figura 4.98: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 2- Cobertura com dispositivo de protecção Interior (conjunto A-)).

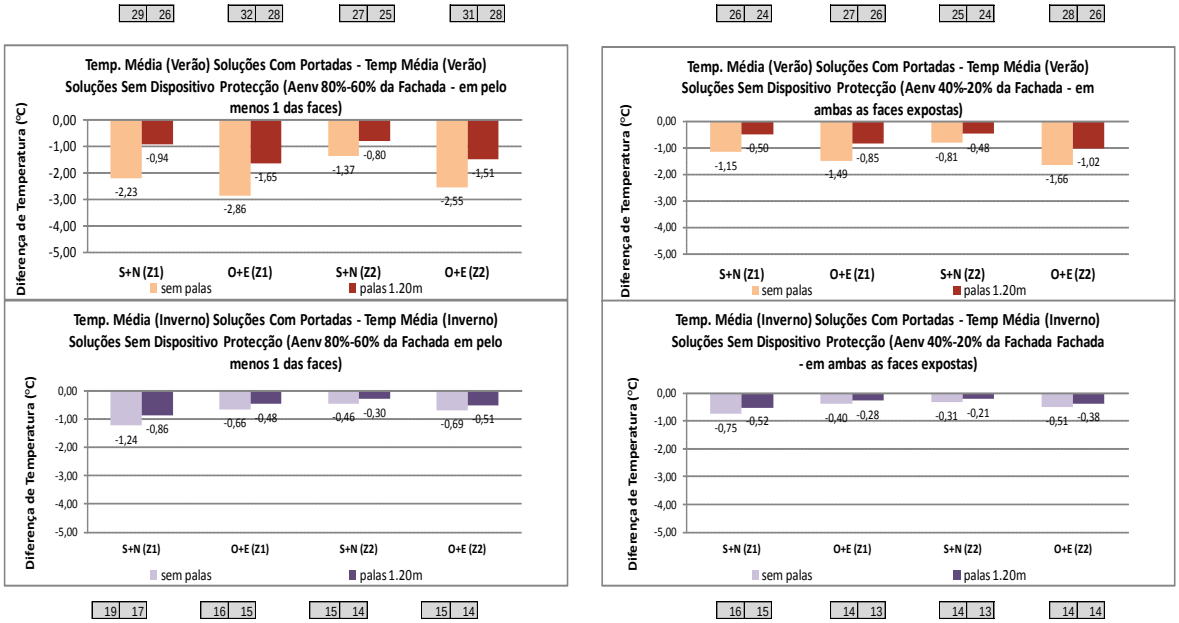
	80% (face1)+ 80%/40% (face2)	60% (face1)+ 60%/40% (face2)	40% (face1)+ 40% (face2)	20% (face1)+ 20% (face2)
Sul+Norte	25% a 65%	35% a 60%	35% a 50%	30% a 45%
Oeste+Este	até 50%	5% a 45%	15% a 40%	25% a 40%

Figura 4.99: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 2- Cobertura com dispositivo Interior (conjunto B-)).

A medida que a área de envidraçado foi sendo reduzida, os valores percentuais referentes ao limite máximo (de melhorias) indicados tenderam a serem menores; enquanto os referentes ao limite mínimo (valores percentuais mínimos) tenderam a aumentar. Desta forma, foram para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada a apresentarem os melhores resultados, bem como os piores resultados comparativamente com a solução de referência. Portanto mesmo tendo sido obtido resultados não muito favoráveis para algumas soluções com esta área de envidraçado (maior que 60% da área da fachada correspondente, ao ter sido alterado um ou mais parâmetros rapidamente obteve-se resultados até 45% (soluções conjunto A-)) e 65% (soluções conjunto
B-)) melhores que a solução de referência (dependendo da orientação).

Para todas as soluções com área de envidraçado inferior a 80% do envidraçado (independentemente da orientação); a parcela referente as necessidades de aquecimento foram superiores as parcelas de arrefecimento (parcela de aquecimento para estas soluções correspondendo a mais de 60% do total anual), ou seja, de modo geral a maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (mesmo tendo ou não observado situações críticas ao longo do ano para estas). A medida que as dimensões das palas foram aumentando a parcela referente as necessidades de arrefecimento foi diminuindo enquanto a parcela de aquecimento aumentava, sendo que esta última pode chegar a representar 95% do total anual (principalmente quando com palas de 1,90m de largura).

<u>Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção interior (portada interior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:</u>



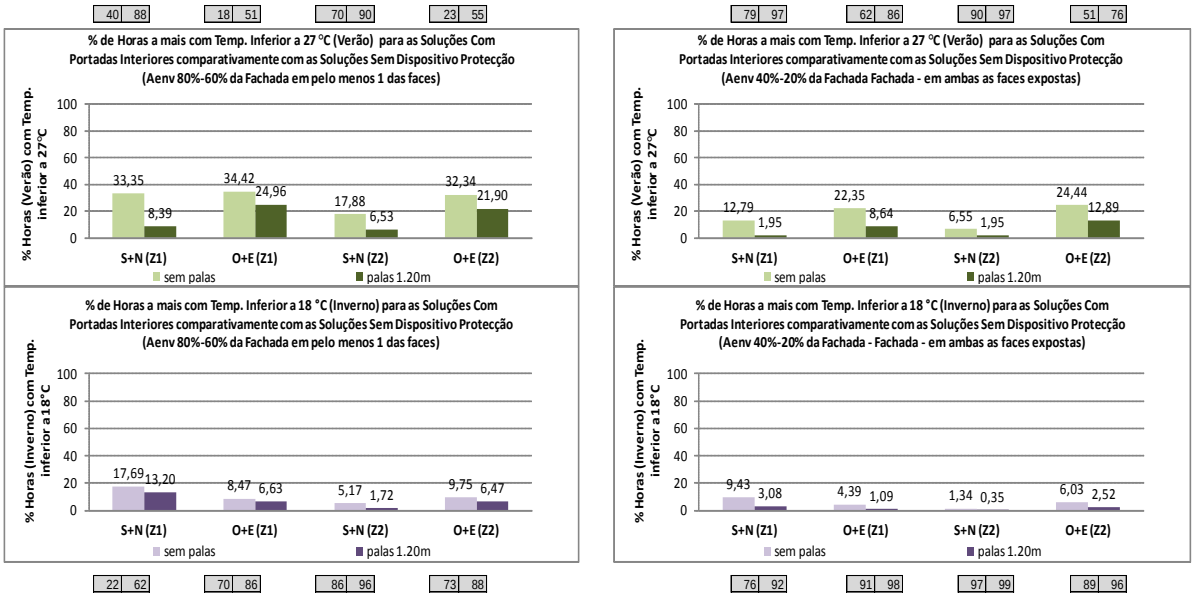
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).
2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.100: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Interior, Modelo 2-Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada em pelo menos uma das faces expostas. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portada II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Oeste+Este, posteriormente a as orientadas a Sul+Norte. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na

redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 0,5°C e 3°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de até 35% do tempo.

Nos gráficos da figura anterior, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção interior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portada II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul+Norte (principalmente na zona orientada a Sul), posteriormente a as orientadas a Oeste+Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 1,5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 15% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).
2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção.

Figura 4.101: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Interior, Modelo 2-Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 40% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 70% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 35% das horas (Z1) e 20% das horas (Z2), com temperatura inferior a 27°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de aproximadamente 20% das horas (na estação quente) com temperatura inferior a 27°C para 55% (em ambas as zonas).

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 20% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 85% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 17% das horas (Z1) e 5% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 70% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 80% (em ambas as zonas).

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 20%-40% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção interior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 80% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 95% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (portada II Matriz) passou a ter mais 10% das horas (Z1) e 1,5% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 90% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 95% (em ambas as zonas).

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção interior do tipo portada II, sendo que este dispositivo estaria parcialmente aberto durante o Dia (horas de Sol) cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 50% do mesmo.

Análise Temperatura Modelo 2 Cobertura – Com Portada Interior

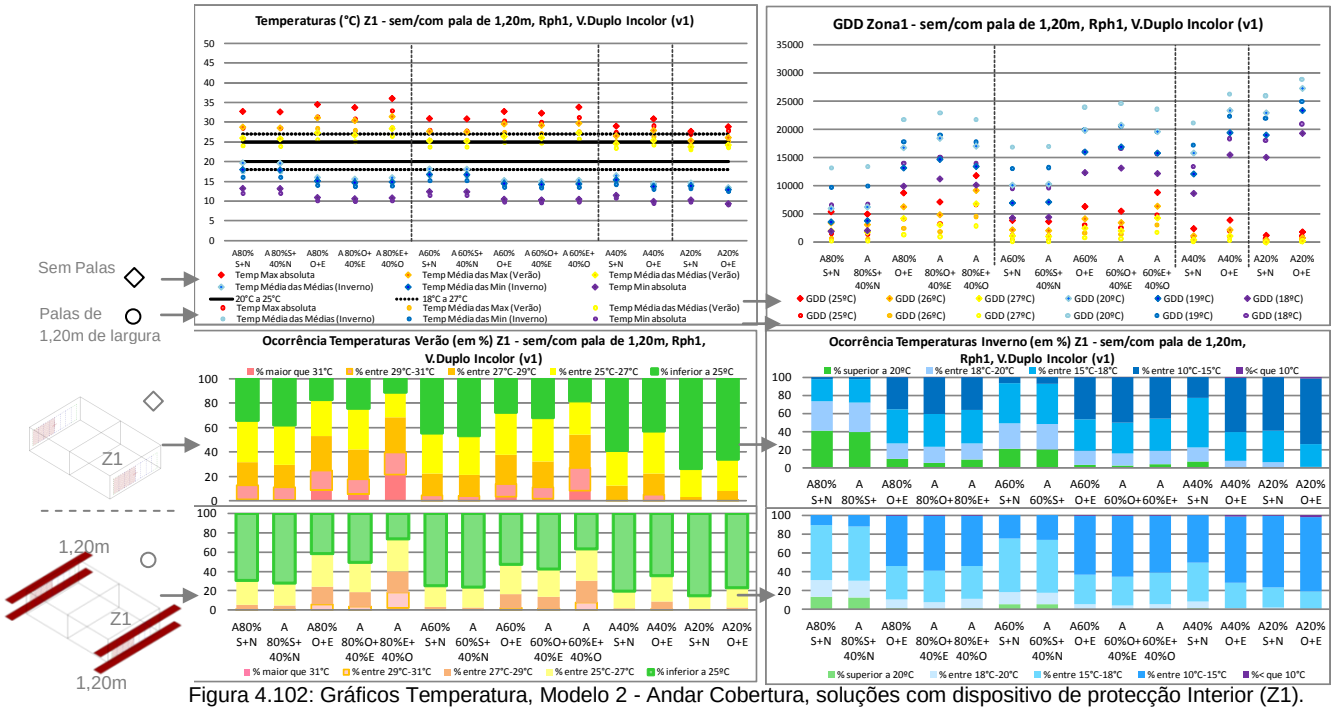


Figura 4.102: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Interior (Z1).

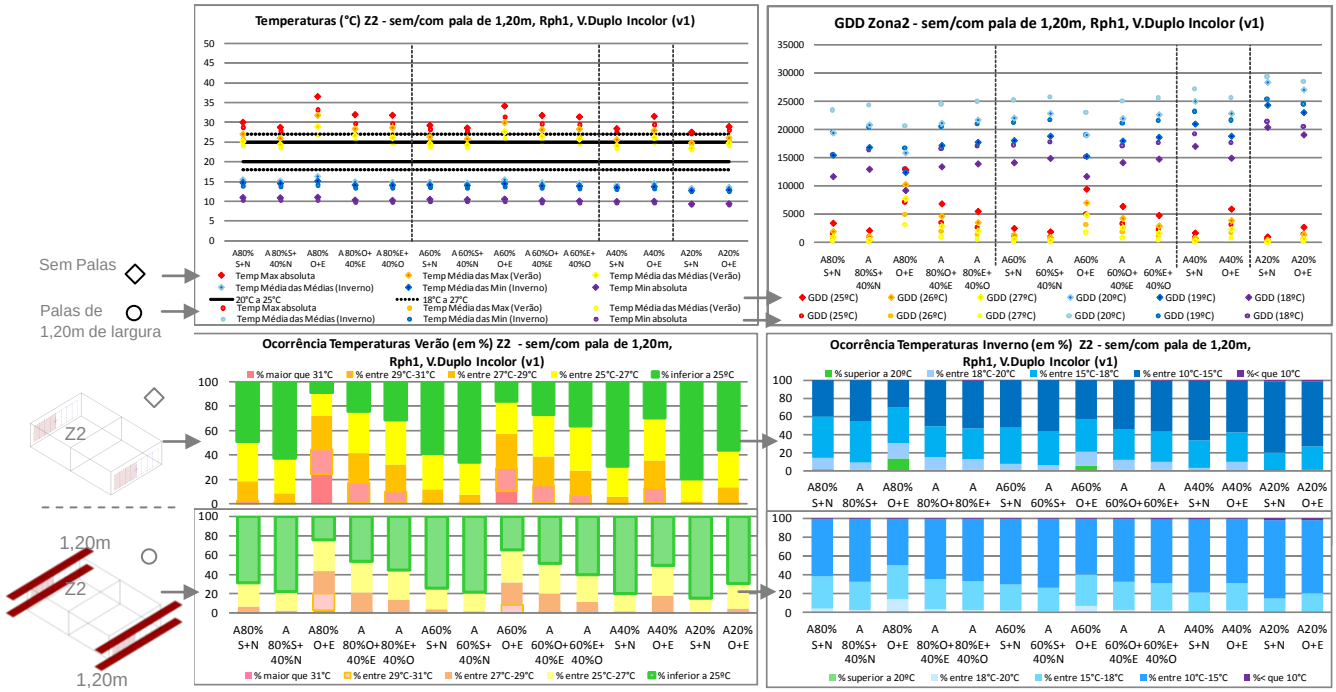


Figura 4.103: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Interior (Z2).

Verão:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1°C a 2°C (Z1) e 1°C a 1,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1,5°C (Z1) e 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 10%-35% do tempo na Zona1 e mais 5%-20% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 2%-13% do tempo na Zona1 e até mais 6% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 3°C (Z1) e 1,5°C a 2,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 1°C a 1,5°C (Z1) e (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 25%-35% do tempo na Zona1 e mais 20%-30% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-25% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

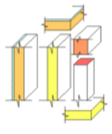
Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas e principalmente sob as orientações Oeste+Este.

Inverno:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 1°C a 1,5°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 10%-18% do tempo na Zona1 e até mais 5% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 5%-10% do tempo na Zona1 e até mais 1,5% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

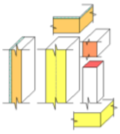
Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 1°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 5%-10% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e até 5% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo portada interior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).



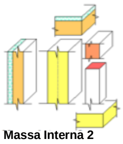
Massa Interna 1 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,87		0,83		1,14		1,07		1,05		0,84		0,82		1,06		1,03		1,02		0,83		0,99		0,85		0,94	
		V2	0,84		0,82		1,02		0,99		0,97		0,84		0,83		0,98		0,97		0,96		0,85		0,95		0,87		0,93	
	Rph Noct	V1	0,69		0,68		0,88		0,87		0,87		0,71		0,71		0,86		0,86		0,86		0,75		0,87		0,82		0,89	
		V2	0,73		0,73		0,85		0,86		0,86		0,76		0,76		0,86		0,87		0,87		0,80		0,87		0,85		0,89	
	Rph Noct	V1	0,66		0,65		0,87		0,85		0,87		0,68		0,68		0,85		0,84		0,85		0,72		0,84		0,80		0,86	
		V2	0,70		0,70		0,83		0,83		0,85		0,73		0,73		0,84		0,84		0,85		0,77		0,85		0,83		0,87	
V1-D. Incolor			70,2	29,8	73,2	26,8	64,8	35,2	72,5	27,5	73,4	26,6	78,3	21,7	79,8	20,2	73,1	26,9	77,0	23,0	77,4	22,6	85,6	14,4	81,4	18,6	91,4	8,6	88,9	11,1
V2-D. LOW-E SGG			80,8	19,2	82,9	17,1	76,3	23,7	81,4	18,6	81,9	18,1	85,5	14,5	86,5	13,5	81,7	18,3	84,2	15,8	84,4	15,6	89,6	10,4	86,8	13,2	93,0	7,0	91,3	8,7
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,79		0,76		1,08		1,03		1,01		0,78		0,77		1,02		1,00		0,99		0,80		0,97		0,84		0,93	
		V2	0,79		0,78		0,98		0,96		0,95		0,81		0,80		0,96		0,95		0,94		0,83		0,93		0,86		0,92	
	Rph Noct	V1	0,67		0,66		0,86		0,86		0,86		0,70		0,70		0,86		0,86		0,86		0,75		0,87		0,82		0,89	
		V2	0,72		0,72		0,85		0,86		0,86		0,76		0,76		0,86		0,87		0,87		0,80		0,88		0,85		0,90	
	Rph Noct	V1	0,65		0,64		0,86		0,84		0,86		0,68		0,67		0,85		0,84		0,85		0,73		0,85		0,80		0,87	
		V2	0,69		0,69		0,83		0,84		0,85		0,73		0,73		0,84		0,84		0,85		0,78		0,85		0,83		0,87	
V1-D. Incolor			78,0	22,0	80,3	19,7	71,1	28,9	77,4	22,6	78,3	21,7	84,0	16,0	85,1	14,9	77,9	22,1	81,1	18,9	81,5	18,5	89,1	10,9	84,6	15,4	93,0	7,0	90,5	9,5
V2-D. LOW-E SGG			85,7	14,3	87,3	12,7	80,4	19,6	84,5	15,5	85,0	15,0	89,0	11,0	89,7	10,3	84,8	15,2	86,7	13,3	87,0	13,0	91,8	8,2	88,8	11,2	94,1	5,9	92,3	7,7
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,76		0,73		1,02		0,99		0,97		0,77		0,76		0,98		0,97		0,96		0,80		0,95		0,85		0,93	
		V2	0,78		0,77		0,95		0,94		0,93		0,80		0,80		0,93		0,93		0,93		0,83		0,92		0,87		0,92	
	Rph Noct	V1	0,69		0,68		0,87		0,87		0,87		0,73		0,72		0,87		0,88		0,88		0,78		0,88		0,84		0,90	
		V2	0,74		0,74		0,87		0,88		0,88		0,78		0,78		0,88		0,88		0,88		0,82		0,89		0,86		0,90	
	Rph Noct	V1	0,67		0,66		0,87		0,85		0,87		0,71		0,70		0,86		0,86		0,87		0,76		0,86		0,82		0,88	
		V2	0,72		0,72		0,85		0,85		0,87		0,76		0,76		0,86		0,86		0,87		0,80		0,87		0,85		0,88	
V1-D. Incolor			84,9	15,1	86,7	13,3	77,8	22,2	82,2	17,8	83,0	17,0	88,6	11,4	89,4	10,6	82,8	17,2	85,0	15,0	85,4	14,6	91,6	8,4	87,7	12,3	94,1	5,9	92,0	8,0
V2-D. LOW-E SGG			90,0	10,0	91,2	8,8	85,2	14,8	87,9	12,1	88,4	11,6	91,9	8,1	92,4	7,6	88,2	11,8	89,5	10,5	89,7	10,3	93,5	6,5	91,0	9,0	94,9	5,1	93,4	6,6
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,80		0,77		0,97		0,96		0,95		0,81		0,80		0,95		0,94		0,94		0,84		0,93		0,87		0,92	
		V2	0,82		0,81		0,93		0,93		0,93		0,84		0,83		0,93		0,92		0,92		0,86		0,92		0,89		0,92	
	Rph Noct	V1	0,76		0,75		0,89		0,89		0,90		0,79		0,78		0,89		0,90		0,90		0,83		0,90		0,87		0,91	
		V2	0,80		0,79		0,89		0,89		0,90		0,83		0,82		0,89		0,90		0,90		0,85		0,90		0,88		0,91	
	Rph Noct	V1	0,74		0,73		0,89		0,88		0,90		0,77		0,76		0,89		0,88		0,89		0,81		0,89		0,85		0,89	
		V2	0,77		0,77		0,87		0,87		0,88		0,80		0,80		0,87		0,88		0,88		0,83		0,88		0,86		0,89	
V1-D. Incolor			90,4	9,6	91,6	8,4	85,1	14,9	87,7	12,3	88,3	11,7	92,0	8,0	92,6	7,4	88,1	11,9	89,4	10,6	89,7	10,3	93,5	6,5	90,9	9,1	94,9	5,1	93,5	6,5
V2-D. LOW-E SGG			92,3	7,7	93,1	6,9	89,0	11,0	90,7	9,3	91,1	8,9	93,4	6,6	93,8	6,2	90,9	9,1	91,7	8,3	91,9	8,1	94,4	5,6	92,6	7,4	95,3	4,7	94,2	5,8

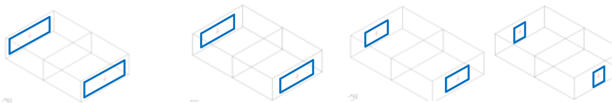


Massa Interna 2 Isolamento 30mm - Envolvente Exterior

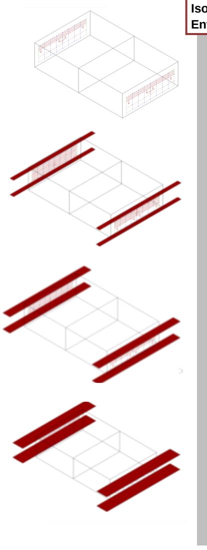
			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc	Nic	Nvc
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,82		0,78		1,10		1,03		1,00		0,79		0,77		1,01		0,98		0,97		0,78		0,94		0,81		0,89	
		V2	0,79		0,77		0,97		0,94		0,92		0,79		0,78		0,93		0,92		0,91		0,80		0,90		0,82		0,88	
	Rph Noct	V1	0,64		0,63		0,83		0,82		0,82		0,66		0,66		0,81		0,81		0,81		0,70		0,82		0,78		0,84	
		V2	0,68		0,68		0,80		0,81		0,81		0,71		0,71		0,81		0,82		0,82		0,75		0,83		0,81		0,85	
	Rph Noct	V1	0,61		0,60		0,82		0,79		0,82		0,63		0,63		0,80		0,79		0,80		0,68		0,80		0,75		0,82	
		V2	0,65		0,65		0,78		0,78		0,80		0,68		0,68		0,79		0,79		0,80		0,73		0,80		0,79		0,83	
V1-D. Incolor			69,9	30,1	73,0	27,0	64,2	35,8	72,5	27,5	73,4	26,6	78,6	21,4	80,1	19,9	73,1	26,9	77,3	22,7	77,7	22,3	86,3	13,7	81,9	18,1	92,4	7,6	89,8	10,2
V2-D. LOW-E SGG			81,4	18,6	83,5	16,5	76,6	23,4	82,0	18,0	82,5	17,5	86,4	13,6	87,4	12,6	82,4	17,6	84,9	15,1	85,2	14,8	90,6	9,4	87,7	12,3	94,0	6,0	92,2	7,8
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,74		0,71		1,03		0,98		0,96		0,74		0,72		0,97		0,95		0,94		0,75		0,92		0,80		0,89	
		V2	0,74		0,73		0,93		0,91		0,90		0,76		0,75		0,91		0,90		0,89		0,78		0,89		0,82		0,88	
	Rph Noct	V1	0,62		0,61		0,81		0,81		0,81		0,65		0,65		0,81		0,81		0,81		0,71		0,82		0,78		0,84	
		V2	0,67		0,67		0,80		0,81		0,82		0,71		0,71		0,81		0,82		0,82		0,76		0,83		0,81		0,85	
	Rph Noct	V1	0,60		0,59		0,81		0,79		0,81		0,63		0,63		0,79		0,79		0,80		0,68		0,80		0,76		0,82	
		V2	0,65		0,65		0,78		0,79		0,80		0,69		0,69		0,79		0,80		0,80		0,73		0,81		0,79		0,83	
V1-D. Incolor			78,2	21,8	80,5	19,5	71,0	29,0	77,7	22,3	78,6	21,4	84,6	15,4	85,8	14,2	78,3	21,7	81,6	18,4	82,1	17,9	90,0	10,0	85,3	14,7	94,1	5,9	91,5	8,5
V2-D. LOW-E SGG			86,5	13,5	88,1	11,9	81,0	19,0	85,3	14,7	85,8	14,2	89,9	10,1	90,7	9,3	85,6	14,4	87,6	12,4	87,8	12,2	92,8	7,2	89,7	10,3	95,1	4,9	93,3	6,7
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,71		0,68		0,97		0,94		0,92		0,72		0,71		0,93		0,92		0,91		0,75		0,90		0,80		0,88	
		V2	0,73		0,72		0,90		0,89		0,88		0,76		0,75		0,88		0,88		0,88		0,79		0,88		0,82		0,87	
	Rph Noct	V1	0,64		0,63		0,82		0,83		0,83		0,68		0,67		0,82		0,83		0,83		0,73		0,83		0,80		0,85	
		V2	0,70		0,69		0,82		0,83		0,83		0,73		0,73		0,83		0,84		0,84		0,78		0,84		0,82		0,86	
	Rph Noct	V1	0,62		0,61		0,82		0,81		0,83		0,66		0,65		0,81		0,81		0,82		0,71		0,82		0,78		0,84	
		V2	0,68		0,67		0,80		0,81		0,82		0,72		0,71		0,81		0,82		0,82		0,76		0,83		0,80		0,84	
V1-D. Incolor			85,6	14,4	87,4	12,6	78,1	21,9	82,8	17,2	83,6	16,4	89,5	10,5	90,4	9,6	83,5	16,5	85,7	14,3	86,1	13,9	92,6	7,4	88,5	11,5	95,1	4,9	92,9	7,1
V2-D. LOW-E SGG			91,0	9,0	92,2	7,8	86,0	14,0	88,8	11,2	89,2	10,8	92,9	7,1	93,5	6,5	89,1	10,9	90,4	9,6	90,6	9,4	94,6	5,4	91,9	8,1	95,9	4,1	94,4	5,6
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,75		0,72		0,92		0,91		0,90		0,77		0,76		0,90		0,90		0,89		0,79		0,89		0,83		0,88	
		V2	0,78		0,76		0,89		0,88		0,88		0,79		0,79		0,88		0,88		0,88		0,82		0,88		0,84		0,87	
	Rph Noct	V1	0,71		0,70		0,85		0,85		0,85		0,74		0,74		0,85		0,85		0,85		0,78		0,86		0,82		0,87	
		V2	0,76		0,75		0,84		0,85		0,85		0,78		0,78		0,85		0,85		0,86		0,81		0,86		0,84		0,87	
	Rph Noct	V1	0,70		0,68		0,84		0,83		0,85		0,73		0,72		0,84		0,84		0,85		0,76		0,84		0,81		0,85	
		V2	0,73		0,73		0,83		0,83		0,84		0,76		0,76		0,83		0,83		0,84		0,79		0,84		0,82		0,85	
V1-D. Incolor			91,4	8,6	92,6	7,4	85,8	14,2	88,5	11,5	89,1	10,9	93,0	7,0	93,6	6,4	88,9	11,1	90,3	9,7	90,5	9,5	94,6	5,4	91,8	8,2	95,9	4,1	94,4	5,6
V2-D. LOW-E SGG			93,3	6,7	94,2	5,8	89,9	10,1	91,7	8,3	92,0	8,0	94,4	5,6	94,8	5,2	91,8	8,2	92,7	7,3	92,8	7,2	95,4	4,6	93,6	6,4	96,3	3,7	95,2	4,8



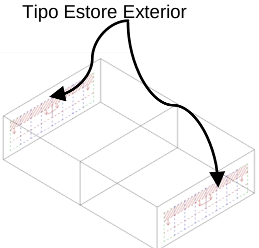
Massa Interna 2 Isolamento 60mm - Envolvente Exterior



			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,71		0,66		0,99		0,91		0,88		0,67		0,65		0,89		0,85		0,84		0,65		0,81		0,68		0,76	
		V2	0,67		0,65		0,85		0,81		0,80		0,66		0,65		0,80		0,79		0,78		0,67		0,77		0,69		0,75	
	Rph Noct	V1	0,53		0,52		0,71		0,70		0,69		0,54		0,54		0,69		0,69		0,69		0,58		0,69		0,65		0,71	
		V2	0,57		0,56		0,68		0,69		0,69		0,59		0,59		0,69		0,69		0,69		0,63		0,70		0,68		0,72	
	Rph Noct	V1	0,51		0,49		0,71		0,67		0,69		0,52		0,51		0,68		0,67		0,68		0,56		0,67		0,63		0,69	
		V2	0,54		0,53		0,67		0,67		0,68		0,57		0,57		0,67		0,67		0,68		0,61		0,68		0,67		0,70	
V1-D. Incolor			67,8	32,2	71,0	29,0	62,1	37,9	71,5	28,5	72,6	27,4	77,9	22,1	79,6	20,4	72,3	27,7	77,1	22,9	77,6	22,4	87,1	12,9	82,5	17,5	93,9	6,1	91,4	8,6
V2-D. LOW-E SGG			81,6	18,4	83,8	16,2	76,6	23,4	82,6	17,4	83,2	16,8	87,3	12,7	88,4	11,6	83,1	16,9	86,0	14,0	86,2	13,8	92,0	8,0	89,0	11,0	95,6	4,4	94,0	6,0
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,63		0,59		0,92		0,86		0,84		0,62		0,60		0,85		0,82		0,81		0,63		0,79		0,67		0,75	
		V2	0,63		0,61		0,81		0,79		0,78		0,64		0,63		0,78		0,77		0,76		0,66		0,76		0,69		0,74	
	Rph Noct	V1	0,52		0,50		0,69		0,69		0,69		0,54		0,53		0,68		0,69		0,69		0,59		0,69		0,66		0,72	
		V2	0,56		0,56		0,68		0,69		0,69		0,60		0,59		0,69		0,70		0,70		0,64		0,71		0,69		0,73	
	Rph Noct	V1	0,49		0,48		0,69		0,67		0,69		0,52		0,51		0,67		0,67		0,68		0,57		0,68		0,64		0,70	
		V2	0,54		0,53		0,67		0,67		0,68		0,58		0,57		0,67		0,68		0,68		0,62		0,69		0,67		0,71	
V1-D. Incolor			77,3	22,7	79,7	20,3	69,8	30,2	77,4	22,6	78,5	21,5	84,8	15,2	86,0	14,0	78,1	21,9	81,9	18,1	82,4	17,6	91,0	9,0	86,2	13,8	95,5	4,5	93,0	7,0
V2-D. LOW-E SGG			87,3	12,7	89,0	11,0	81,4	18,6	86,2	13,8	86,8	13,2	91,2	8,8	91,9	8,1	86,6	13,4	88,8	11,2	89,1	10,9	94,3	5,7	91,2	8,8	96,7	3,3	95,0	5,0
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,60		0,56		0,85		0,82		0,80		0,60		0,59		0,80		0,79		0,78		0,63		0,77		0,67		0,75	
		V2	0,62		0,60		0,78		0,77		0,76		0,64		0,63		0,76		0,76		0,75		0,66		0,75		0,70		0,74	
	Rph Noct	V1	0,54		0,52		0,70		0,71		0,71		0,57		0,56		0,70		0,71		0,71		0,61		0,71		0,67		0,73	
		V2	0,59		0,58		0,70		0,71		0,71		0,62		0,62		0,71		0,72		0,72		0,66		0,72		0,70		0,74	
	Rph Noct	V1	0,52		0,50		0,70		0,69		0,71		0,55		0,54		0,70		0,69		0,70		0,60		0,70		0,66		0,71	
		V2	0,57		0,57		0,69		0,69		0,71		0,61		0,60		0,70		0,70		0,71		0,65		0,71		0,69		0,72	
V1-D. Incolor			86,1	13,9	87,9	12,1	78,0	22,0	83,2	16,8	84,2	15,8	90,5	9,5	91,5	8,5	84,0	16,0	86,6	13,4	87,0	13,0	94,0	6,0	89,6	10,4	96,6	3,4	94,5	5,5
V2-D. LOW-E SGG			92,5	7,5	93,7	6,3	87,0	13,0	90,1	9,9	90,6	9,4	94,5	5,5	95,0	5,0	90,4	9,6	91,9	8,1	92,1	7,9	96,1	3,9	93,5	6,5	97,4	2,6	96,0	4,0
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,64		0,60		0,81		0,79		0,78		0,65		0,64		0,78		0,77		0,77		0,67		0,76		0,70		0,75	
		V2	0,66		0,64		0,77		0,76		0,76		0,68		0,67		0,76		0,75		0,75		0,70		0,75		0,72		0,75	
	Rph Noct	V1	0,61		0,59		0,73		0,73		0,74		0,63		0,62		0,73		0,73		0,74		0,67		0,74		0,70		0,74	
		V2	0,65		0,64		0,73		0,73		0,74		0,67		0,66		0,73		0,74		0,74		0,69		0,74		0,72		0,74	
	Rph Noct	V1	0,59		0,57		0,73		0,72		0,74		0,62		0,61		0,73		0,72		0,73		0,65		0,73		0,69		0,73	
		V2	0,63		0,62		0,72		0,71		0,73		0,65		0,65		0,72		0,72		0,72		0,68		0,72		0,71		0,73	
V1-D. Incolor			92,8	7,2	94,1	5,9	86,7	13,3	89,7	10,3	90,3	9,7	94,5	5,5	95,1	4,9	90,1	9,9	91,5	8,5	91,8	8,2	96,0	4,0	93,2	6,8	97,3	2,7	96,0	4,0
V2-D. LOW-E SGG			95,0	5,0	95,8	4,2	91,3	8,7	93,2	6,8	93,5	6,5	96,0	4,0	96,4	3,6	93,3	6,7	94,2	5,8	94,4	5,6	96,9	3,1	95,2	4,8	97,7	2,3	96,8	3,2



Soluções Com Dispositivo de Protecção Solar Exterior – Tipo Estore Exterior



Modelo 2 Cobertura

Legenda

🟥 Temp. Med Min. Inferior a 13°C

🟥 Temp. Med Max. superior a 30°C

🟧

superior a 1

🟨 **1** 1= 8180,17 kWh

Solução de Referência

inferior a 1

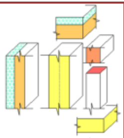
🟩 entre 0.8 e 1

🟦 entre 0.6 e 0.8

🟪 entre 0.4 e 0.6

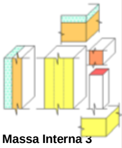
⬛ entre 0.2 e 0.4

⬜ entre 0.0 e 0.2



Massa Interna 2 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										Area				Area			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,64		0,59		0,92		0,83		0,80		0,59		0,57		0,81		0,77		0,76		0,58		0,73		0,59		0,67	
		V2	0,60		0,57		0,77		0,73		0,72		0,59		0,57		0,72		0,70		0,70		0,59		0,68		0,61		0,66	
	Rph Noct	V1	0,47		0,45		0,64		0,62		0,61		0,47		0,46		0,61		0,61		0,61		0,51		0,61		0,57		0,63	
		V2	0,49		0,48		0,61		0,61		0,61		0,52		0,51		0,61		0,61		0,61		0,56		0,62		0,61		0,64	
	Rph Noct	V1	0,44		0,42		0,63		0,60		0,62		0,45		0,44		0,60		0,59		0,60		0,49		0,59		0,56		0,61	
		V2	0,47		0,46		0,59		0,59		0,60		0,50		0,50		0,59		0,60		0,60		0,54		0,61		0,60		0,63	
V1-D. Incolor			66,1	33,9	69,2	30,8	60,3	39,7	70,7	29,3	71,9	28,1	77,3	22,7	79,0	21,0	71,5	28,5	76,9	23,1	77,4	22,6	###	12,5	82,8	17,2	95,0	5,0	92,5	7,5
V2-D. LOW-E SGG			81,6	18,4	83,9	16,1	76,4	23,6	83,1	16,9	83,7	16,3	87,9	12,1	89,0	11,0	83,6	16,4	86,7	13,3	87,0	13,0	###	7,0	90,0	10,0	96,8	3,2	95,3	4,7
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,56		0,52		0,85		0,78		0,76		0,54		0,52		0,77		0,74		0,73		0,55		0,70		0,59		0,66	
		V2	0,55		0,53		0,74		0,71		0,70		0,56		0,55		0,70		0,69		0,68		0,58		0,67		0,61		0,66	
	Rph Noct	V1	0,45		0,43		0,62		0,61		0,61		0,47		0,46		0,61		0,61		0,61		0,51		0,61		0,58		0,64	
		V2	0,50		0,48		0,61		0,62		0,62		0,52		0,52		0,62		0,62		0,62		0,56		0,63		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,43		0,41		0,62		0,59		0,61		0,45		0,44		0,60		0,59		0,60		0,50		0,60		0,57		0,62	
		V2	0,47		0,46		0,60		0,60		0,61		0,51		0,50		0,60		0,60		0,61		0,55		0,61		0,60		0,63	
V1-D. Incolor			76,4	23,6	78,7	21,3	68,8	31,2	77,1	22,9	78,3	21,7	84,7	15,3	86,0	14,0	78,0	22,0	82,1	17,9	82,7	17,3	###	8,2	86,8	13,2	96,6	3,4	94,1	5,9
V2-D. LOW-E SGG			87,8	12,2	89,5	10,5	81,7	18,3	86,9	13,1	87,5	12,5	92,0	8,0	92,8	7,2	87,3	12,7	89,7	10,3	90,0	10,0	###	4,6	92,2	7,8	97,8	2,2	96,2	3,8
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,53		0,49		0,78		0,74		0,72		0,53		0,51		0,73		0,71		0,70		0,55		0,69		0,59		0,66	
		V2	0,55		0,52		0,70		0,69		0,68		0,56		0,55		0,68		0,68		0,67		0,59		0,67		0,62		0,66	
	Rph Noct	V1	0,47		0,45		0,63		0,63		0,63		0,50		0,49		0,63		0,63		0,63		0,54		0,63		0,60		0,65	
		V2	0,52		0,51		0,63		0,64		0,64		0,55		0,54		0,64		0,64		0,64		0,58		0,65		0,62		0,66	
	Rph Noct	V1	0,46		0,43		0,63		0,61		0,64		0,48		0,47		0,62		0,62		0,63		0,53		0,62		0,59		0,64	
		V2	0,51		0,50		0,62		0,62		0,63		0,54		0,53		0,63		0,63		0,63		0,58		0,63		0,62		0,65	
V1-D. Incolor			86,3	13,7	88,2	11,8	77,8	22,2	83,5	16,5	84,5	15,5	91,2	8,8	92,2	7,8	84,4	15,6	87,1	12,9	87,6	12,4	###	5,0	90,5	9,5	97,7	2,3	95,6	4,4
V2-D. LOW-E SGG			93,5	6,5	94,7	5,3	87,8	12,2	91,1	8,9	91,5	8,5	95,6	4,4	96,1	3,9	91,4	8,6	92,9	7,1	93,1	6,9	###	2,8	94,6	5,4	98,4	1,6	97,2	2,8
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,57		0,53		0,73		0,71		0,70		0,58		0,56		0,70		0,69		0,69		0,60		0,68		0,62		0,67	
		V2	0,59		0,57		0,69		0,68		0,68		0,60		0,59		0,68		0,68		0,68		0,62		0,67		0,64		0,66	
	Rph Noct	V1	0,54		0,52		0,66		0,66		0,66		0,56		0,55		0,66		0,66		0,66		0,59		0,66		0,63		0,66	
		V2	0,58		0,57		0,66		0,66		0,67		0,60		0,59		0,66		0,66		0,66		0,62		0,66		0,64		0,67	
	Rph Noct	V1	0,53		0,51		0,67		0,65		0,67		0,55		0,54		0,66		0,65		0,66		0,58		0,65		0,62		0,66	
		V2	0,56		0,55		0,65		0,64		0,66		0,58		0,58		0,65		0,65		0,65		0,61		0,65		0,63		0,66	
V1-D. Incolor			93,8	6,2	95,1	4,9	87,3	12,7	90,5	9,5	91,2	8,8	95,5	4,5	96,1	3,9	90,9	9,1	92,5	7,5	92,8	7,2	###	3,0	94,3	5,7	98,3	1,7	97,1	2,9
V2-D. LOW-E SGG			96,1	3,9	96,9	3,1	92,3	7,7	94,3	5,7	94,6	5,4	97,0	3,0	97,4	2,6	94,4	5,6	95,4	4,6	95,5	4,5	###	2,1	96,3	3,7	98,6	1,4	97,9	2,1



Massa Interna 3 Isolamento 100mm - Envolvente Exterior

			Area Envidraçado 80% fachada										Area Envidraçado 60% fachada										40% fachada				20% fachada			
			A80 S+N		A 80S + 40N		A80 O+E		A 80O + 40E		A 80E + 40O		A60 S+N		A 60S + 40N		A60 O+E		A 60O + 40E		A 60E + 40O		A40 S+N		A40 O+E		A20 S+N		A20 O+E	
			NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV	NI	NV
Sem Palas	Rph= 0.8	V1	0,63		0,58		0,91		0,82		0,79		0,58		0,56		0,80		0,76		0,75		0,56		0,71		0,58		0,66	
		V2	0,58		0,55		0,76		0,72		0,70		0,57		0,56		0,71		0,69		0,68		0,58		0,67		0,60		0,65	
	Rph Noct	V1	0,45		0,43		0,62		0,60		0,60		0,46		0,45		0,59		0,59		0,59		0,49		0,59		0,56		0,62	
		V2	0,48		0,47		0,59		0,60		0,60		0,50		0,50		0,59		0,60		0,60		0,54		0,61		0,59		0,63	
	Rph Noct	V1	0,42		0,40		0,62		0,58		0,60		0,43		0,42		0,58		0,57		0,58		0,47		0,58		0,55		0,60	
		V2	0,46		0,45		0,58		0,57		0,59		0,48		0,48		0,58		0,58		0,59		0,53		0,59		0,58		0,62	
V1-D. Incolor			65,6	34,4	68,8	31,2	59,9	40,1	70,7	29,3	71,8	28,2	77,2	22,8	79,1	20,9	71,5	28,5	77,1	22,9	77,7	22,3	87,9	12,1	83,2	16,8	95,5	4,5	92,9	7,1
V2-D. LOW-E SGG			81,8	18,2	84,1	15,9	76,7	23,3	83,4	16,6	84,0	16,0	88,3	11,7	89,4	10,6	84,0	16,0	87,1	12,9	87,4	12,6	93,5	6,5	90,4	9,6	97,3	2,7	95,7	4,3
Palas 0.6m	Rph= 0.8	V1	0,55		0,50		0,83		0,77		0,75		0,53		0,51		0,75		0,73		0,72		0,54		0,69		0,57		0,65	
		V2	0,54		0,52		0,72		0,69		0,68		0,55		0,54		0,69		0,67		0,67		0,57		0,66		0,60		0,65	
	Rph Noct	V1	0,43		0,41		0,60		0,60		0,59		0,45		0,45		0,59		0,59		0,59		0,50		0,60		0,57		0,62	
		V2	0,48		0,47		0,59		0,60		0,60		0,51		0,50		0,60		0,61		0,61		0,55		0,62		0,60		0,64	
	Rph Noct	V1	0,41		0,39		0,60		0,58		0,60		0,44		0,43		0,58		0,58		0,59		0,48		0,59		0,56		0,61	
		V2	0,46		0,45		0,58		0,58		0,59		0,49		0,49		0,59		0,59		0,60		0,54		0,60		0,59		0,62	
V1-D. Incolor			76,1	23,9	78,6	21,4	68,7	31,3	77,3	22,7	78,5	21,5	84,9	15,1	86,2	13,8	78,2	21,8	82,4	17,6	83,0	17,0	92,3	7,7	87,1	12,9	97,1	2,9	94,6	5,4
V2-D. LOW-E SGG			88,0	12,0	89,9	10,1	82,0	18,0	87,3	12,7	87,8	12,2	92,5	7,5	93,3	6,7	87,7	12,3	90,1	9,9	90,3	9,7	95,9	4,1	92,6	7,4	98,2	1,8	96,7	3,3
Palas 1.2m	Rph= 0.8	V1	0,51		0,48		0,76		0,73		0,71		0,52		0,50		0,71		0,70		0,69		0,54		0,67		0,58		0,65	
		V2	0,53		0,51		0,69		0,67		0,67		0,55		0,54		0,67		0,66		0,66		0,57		0,65		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,46		0,43		0,62		0,61		0,62		0,48		0,47		0,61		0,61		0,62		0,52		0,62		0,58		0,64	
		V2	0,51		0,49		0,62		0,62		0,63		0,54		0,53		0,62		0,63		0,63		0,57		0,63		0,61		0,65	
	Rph Noct	V1	0,44		0,42		0,62		0,60		0,62		0,47		0,46		0,61		0,60		0,61		0,51		0,61		0,58		0,63	
		V2	0,49		0,48		0,61		0,61		0,62		0,53		0,52		0,61		0,61		0,62		0,56		0,62		0,61		0,64	
V1-D. Incolor			86,5	13,5	88,5	11,5	78,0	22,0	83,8	16,2	84,8	15,2	91,7	8,3	92,7	7,3	84,7	15,3	87,5	12,5	88,0	12,0	95,6	4,4	90,9	9,1	98,1	1,9	96,0	4,0
V2-D. LOW-E SGG			94,0	6,0	95,3	4,7	88,2	11,8	91,5	8,5	91,9	8,1	96,1	3,9	96,7	3,3	91,8	8,2	93,3	6,7	93,5	6,5	97,7	2,3	95,0	5,0	98,8	1,2	97,6	2,4
Palas 1.9m	Rph= 0.8	V1	0,55		0,52		0,72		0,70		0,69		0,56		0,55		0,69		0,68		0,68		0,58		0,67		0,61		0,65	
		V2	0,58		0,56		0,68		0,67		0,67		0,59		0,58		0,67		0,66		0,66		0,61		0,66		0,63		0,65	
	Rph Noct	V1	0,53		0,50		0,65		0,64		0,65		0,55		0,54		0,65		0,64		0,65		0,58		0,65		0,62		0,65	
		V2	0,57		0,55		0,65		0,65		0,65		0,59		0,58		0,65		0,65		0,65		0,61		0,65		0,63		0,66	
	Rph Noct	V1	0,52		0,49		0,65		0,63		0,65		0,54		0,53		0,64		0,64		0,65		0,57		0,64		0,61		0,64	
		V2	0,55		0,54		0,64		0,63		0,64		0,57		0,57		0,64		0,64		0,64		0,60		0,64		0,63		0,65	
V1-D. Incolor			94,3	5,7	95,6	4,4	87,6	12,4	90,9	9,1	91,6	8,4	96,0	4,0	96,6	3,4	91,3	8,7	92,9	7,1	93,2	6,8	97,5	2,5	94,7	5,3	98,7	1,3	97,5	2,5
V2-D. LOW-E SGG			96,5	3,5	97,4	2,6	92,7	7,3	94,7	5,3	95,0	5,0	97,5	2,5	97,9	2,1	94,9	5,1	95,8	4,2	96,0	4,0	98,3	1,7	96,8	3,2	99,0	1,0	98,3	1,7

4.3.5.3 Soluções da Matriz com dispositivo de protecção **Exterior** junto ao envidraçado

- Podemos identificar, em linhas gerais, dois conjuntos de resultados referente as diferentes soluções presentes nas secções da Matriz que agregam tipos de protecções exterior do tipo estore: conjunto
A-) Soluções com massa equivalente I e II associadas a um grau de isolamento de 30mm;
B-) Soluções com massa equivalente MII associadas a 60mm e 100mm de isolamento, e massa equivalente a MIII associadas a 100mm de isolamento.

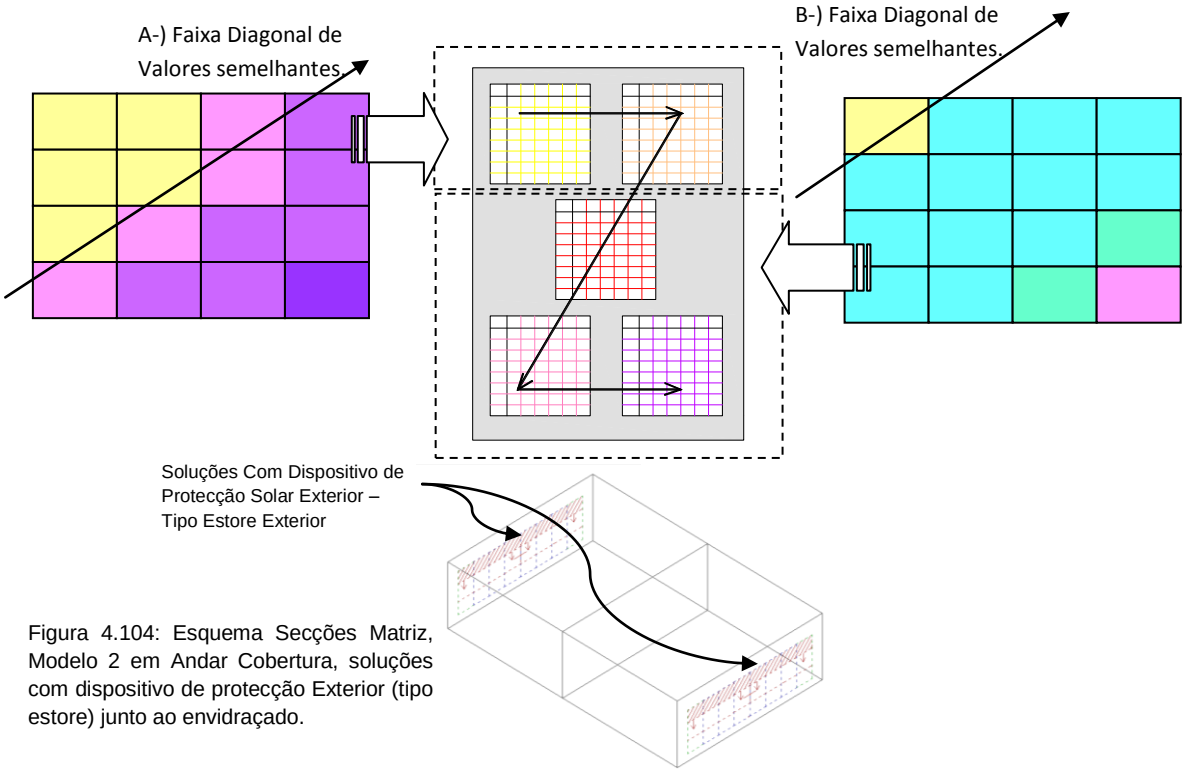
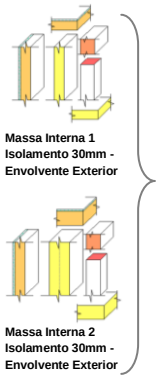


Figura 4.104: Esquema Secções Matriz, Modelo 2 em Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Exterior (tipo estore) junto ao envidraçado.



Obs: os tons de laranja-vermelho apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de arrefecimento; os tons de amarelo-verde e azul apontam para soluções que não apresentam maior desconforto e dispêndio de energia tanto na estação de aquecimento como na de arrefecimento; os tons de roxo apontam para soluções com maior desconforto e dispêndio de energia na estação de aquecimento.

- No grupo de soluções A-), somente algumas soluções da Matriz não tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um maior dispêndio de energia, ou seja somente algumas soluções tendem a não apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

As soluções que não apresentam Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:

- Soluções a Sul+Norte quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm: com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, com palas de dimensões inferiores a 1.20m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (EstoreI com Rph=0.8, EstoreII com RphNocI, EstoreIII com RphNocII), com ambos os vidros (V1 e V2). Com área de envidraçado (em ambas as faces expostas) de 40% da fachada, com palas inferiores a 0.60m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz (EstoreI com Rph=0.8, EstoreII com RphNocI, EstoreIII com RphNocII), com vidro duplo incolor. Obs: as demais soluções com área de envidraçado de 20%-40% (em ambas faces expostas) a e de 60%-80% da fachada (em pelo menos uma das faces expostas), não mencionadas/descritas anteriormente, tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C (parcela necessidades de aquecimento superior a 90% do total anual), sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

- Soluções a Oeste+Este quando com MI e M2 associado a um grau de isolamento de 30mm : com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, com palas de dimensões inferiores a 0.60m, com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural

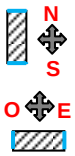
propostos na Matriz (EstoreI com Rph=0.8, EstoreII com RphNocI, EstoreIII com RphNocII), com vidro duplo incolor. Quando com área de envidraçado (em ambas as faces expostas) de 40% da fachada, sem palas, com EstoreII associada a RphNocI e EstoreIII associada a RphNocII, com vidro duplo incolor (V1).
Obs: as demais soluções (não mencionadas anteriormente) com área de envidraçado superior a 60% da fachada (em pelo menos uma das faces expostas) tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C quando com palas de dimensões inferiores a 0.60m conjugadas com EstoreI associado a Rph=0.8 e vidros duplos incolores (maior preocupação com estação quente). Entretanto tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C quando com palas de dimensões de 0.60m conjugadas com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e a vidros duplos especiais; bem como com palas de dimensões superiores a 1.20m com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e ambos tipos de vidros (maior preocupação estação fria). As demais soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas faces expostas (também não mencionadas anteriormente) tendem a apresentar Temp. Med. Min inferior a 13°C, sendo esta situação crítica mais propriamente relacionada com as questões de aquecimento (estação fria).

- No grupo de soluções B-) somente algumas soluções da Matriz tendem a apresentar situação crítica relativamente as condições interiores que levam a um <u>maior dispêndio de energia</u>, ou seja somente algumas soluções tendem a apresentar Temp. Med Max superior a 30°C e/ou Temp Med Min inferior a 13°C.

As soluções <u>que apresentam</u> Média das Temperaturas Máximas acima de 30°C e Temp Med Min inferior a 13°C, são:

- Soluções a Oeste+Este (massa M2 e M3 associado a 60mm e 100mm de isolamento): com área de envidraçado correspondendo a 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, sem palas horizontais, com EstoreI associado a Rph=0.8 e vidro duplo incolor (V1). Sendo assim soluções que tendem a apresentar Temp. Med. Max superior a 30°C (maior preocupação com estação quente).

- Soluções a Oeste+Este (massa M2 associado a 60mm de isolamento): com área de envidraçado correspondendo a 20% da fachada em ambas as faces expostas, com palas de dimensões superiores a 1.20m, com conjugadas com os diferentes tipos de estores associados a diferentes taxas de ventilação natural propostos na Matriz e a ambos tipos de vidros duplos (V1 e V2); sendo estas a apresentarem Temp. Med. Min inferior a 13°C (maior preocupação com estação fria).



As demais soluções da Matriz com presença de estore exterior (principalmente quando com massa equivalente M2 e M3 associado a 100mm de isolamento) tendem a não apresentar situações críticas referente as temperaturas interiores e ao dispêndio de energia ao longo do ano. Apresentando assim, um leque de opções mais alargado do apresentado na Secção da Matriz correspondente ao ModeloII Cobertura quando sem dispositivos de protecção junto ao envidraçado.

A seguir os quadros resumo, correspondentes ao conjunto de soluções A-) e B-), os quais demonstram em termos percentuais (quantitativamente) a diferença de desempenho entre as soluções da matriz Modelo2 Cobertura com estore exterior e a solução de referência adoptada neste estudo, sendo possível observar melhoras de desempenho em:

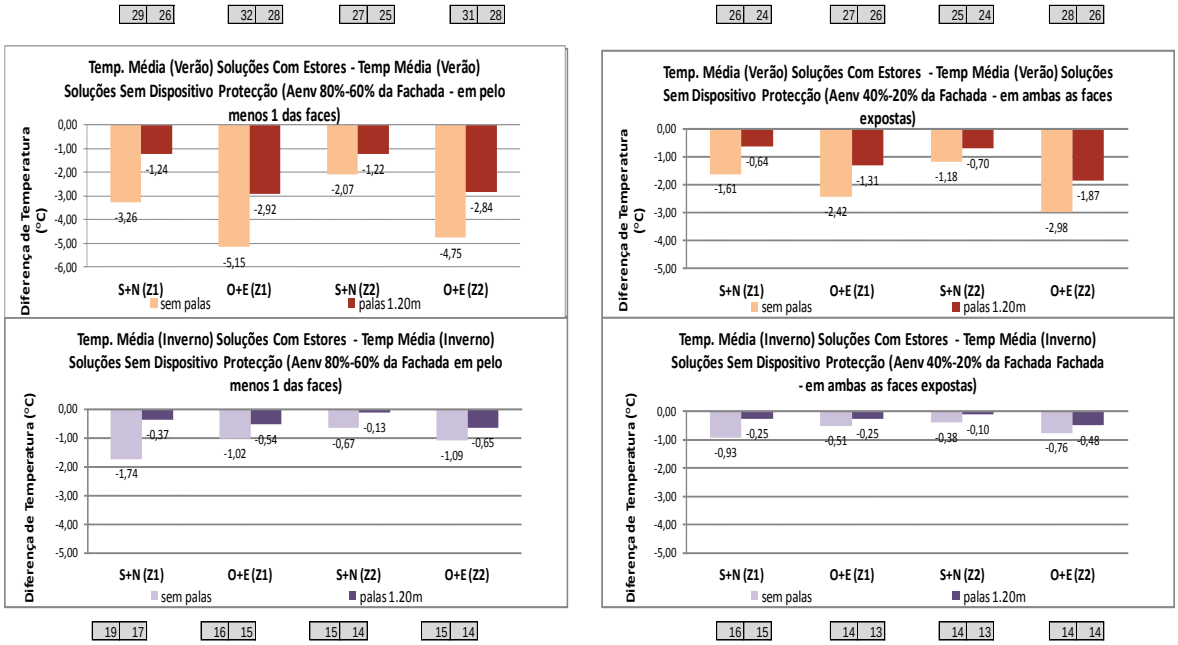
Conjunto A-)	80% (face1)+ 80%/40% (face2)	60% (face1)+ 60%/40% (face2)	40% (face1)+ 40% (face2)	20% (face1)+ 20% (face2)
Sul+Norte	15% a 40%	20% a 35%	20% a 25%	15% a 20%
Oeste+Este	até 15%	até 20%	até 15%	até 10%

Conjunto B-)	80% (face1)+ 80%/40% (face2)	60% (face1)+ 60%/40% (face2)	40% (face1)+ 40% (face2)	20% (face1)+ 20% (face2)
Sul+Norte	30% a 60%	35% a 50%	35% a 45%	30% a 40%
Oeste+Este	5% a 40%	10% a 40%	20% a 40%	25% a 35%

Figura 4.105: Resumo Desempenho Soluções Matriz Modelo 2- Cobertura com dispositivo de protecção Exterior (conjunto A-) e B-)).

Desta forma, pode-se verificar a eficácia deste dispositivo de protecção (estore exterior) para soluções tanto orientadas à Sul+Norte, como para as orientadas a Oeste-Este.

Influência (em termos de temperatura) do dispositivo de protecção exterior (estore exterior Matriz) sobre as soluções inicialmente desprovidas deste:



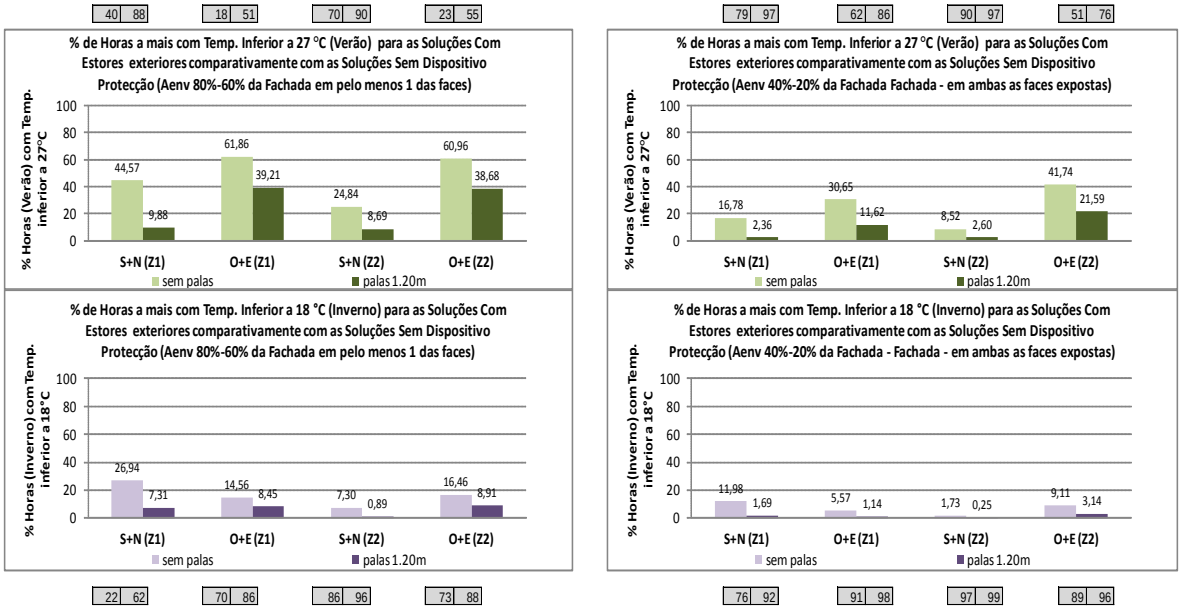
Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.106: Gráficos Influência (em °C) dispositivo de protecção Exterior, Modelo2- Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão, é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura e nas soluções que apresentam área de envidraçado superior a 60% a área da fachada em pelo menos uma das faces expostas. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (estore II Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Oeste+Este, posteriormente a as orientadas a Sul+Norte. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) pode fazer toda a diferença na redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior desconforto para uma situação de maior conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, entre 0,5°C e 5°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 27°C, de até 60% do tempo.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno, também é possível constatar a influência da presença do dispositivo de protecção exterior nos resultados (em termos de temperatura), principalmente nas soluções que apresentam palas de menor largura. Em termos de orientação, a maior influência deste tipo de protecção (portadaII Matriz) ocorreu sobre as soluções orientadas a Sul+Norte (principalmente na zona orientada a Sul), posteriormente a as orientadas a Oeste+Este. A partir destes gráficos percebe-se que a simples introdução de um dispositivo de protecção interior (semelhante ao adoptado neste estudo) contribuiu para a redução da temperatura interior destas soluções, podendo também transferi-las de situação de maior conforto para uma situação de menor conforto. Dependendo da orientação, área de envidraçado, largura da pala, pode-se obter reduções na temperatura interior pela simples introdução deste género de dispositivo de protecção, de até 2°C; bem como um acréscimo no número de horas com temperatura interior inferior a 18°C, de até 25% do tempo.



Obs: 1-) soluções dos gráficos correspondem a soluções - sem/com pala de 1,20m, Rph Noc I, V.Duplo Incolor (v1).

2-) os valores marcados fora dos gráficos correspondem as soluções iniciais sem o referido dispositivo de protecção em questão.

Figura 4.107: Gráficos Influência (em %) dispositivo de protecção Exterior, Modelo2-Cobertura.

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Verão:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas inferiores a 27°C em aproximadamente 40% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 70% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção exterior (estore II Matriz) passou a ter mais 45% das horas (Z1) e 25% das horas (Z2), com temperatura inferior a 27°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de aproximadamente 20% das horas (na estação quente) com temperatura inferior a 27°C para 80% (em ambas as zonas).

Nos gráficos acima, correspondentes a situação de Inverno:

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 60%-80% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 20% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 85% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (estore II Matriz) passou a ter mais 27% das horas (Z1) e 7% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 70% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 85% (em ambas as zonas).

- A solução a Sul+Norte com envidraçado correspondendo a 20%-40% da área da fachada (em pelo menos uma das faces) e sem palas, quando sem dispositivo de protecção exterior apresentou temperaturas inferiores a 18°C em aproximadamente 75% do tempo (zona orientada a Sul, Z1)) e 95% (zona orientada a Norte, Z2), entretanto com a introdução de um dispositivo de protecção interior (estore II Matriz) passou a ter mais 10% das horas (Z1) e 2% das horas (Z2), com temperatura inferior a 18°C. Já a solução semelhante a esta mas orientada a Oeste+Este passou de 90% das horas (na estação fria) com temperatura inferior a 18°C para 95%-100% (em ambas as zonas).

Obs: lembrando que durante o Inverno foi adoptado para as soluções com dispositivo de protecção exterior do tipo estoreII, que este dispositivo estaria aberto durante o Dia (horas de Sol) somente cobrindo uma área do envidraçado correspondente a 30% do mesmo (na parte superior do envidraçado).

Análise Temperatura Modelo 2 Cobertura – Com Estore Exterior

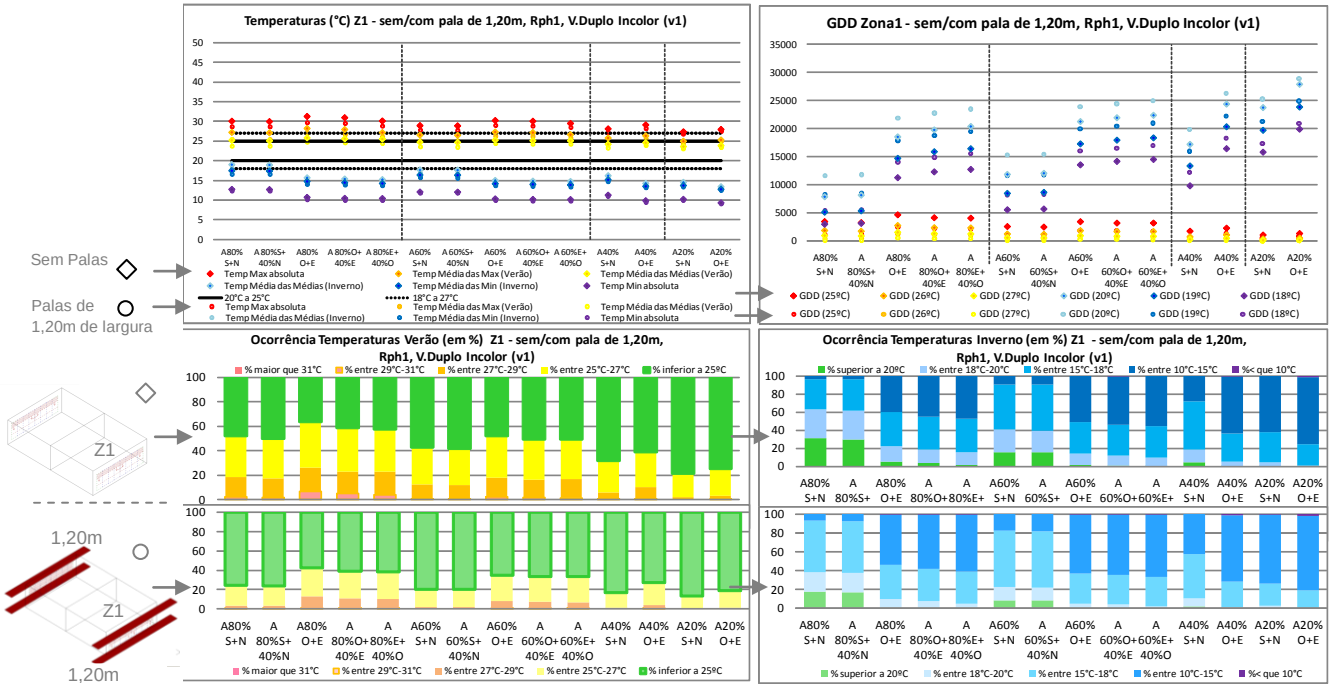


Figura 4.108: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Exterior (Zona 1).

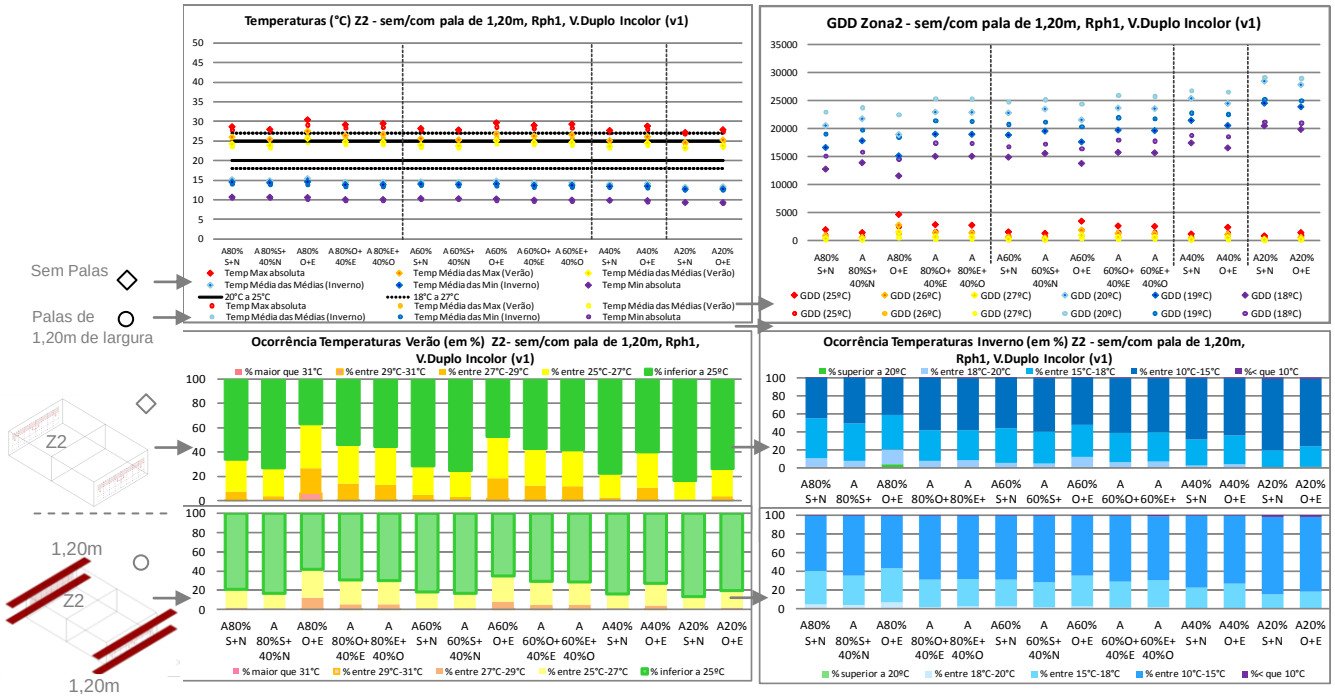


Figura 4.109: Gráficos Temperatura, Modelo 2 - Andar Cobertura, soluções com dispositivo de protecção Exterior (Zona 2).

Verão:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 1,5°C a 3,5°C (Z1) e 1,5°C a 2 °C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1,5°C (Z1) e 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 10%-45% do tempo na Zona1 e mais 10%-25% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 2%-15% do tempo na Zona1 e até mais 10% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação quente cerca de 3°C a 5°C (Z1) e (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 1,5°C a 2,5°C (Z1) e 2°C a 3°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 27°C, em cerca de mais 40%-60% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 10%-30% do tempo na Zona1 e mais 20%-40% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se maior influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre as soluções: com palas de menores dimensões (ou mesmo sem palas); bem como para as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas e principalmente sob as orientações Oeste+Este.

Inverno:

Para soluções com orientação Sul+Norte verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 2°C (Z1) e 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e cerca de 0,5°C a 1°C (Z1) e 0,5°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 5%-25% do tempo na Zona1 e mais 1%-10% do tempo na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 2%-10% do tempo na Zona1 e até mais 2% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Para soluções com orientação Oeste+Este verifica-se temperatura interior na estação fria cerca de 0,5°C a 1°C (Z1 e Z2) a menos quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas; e até 0,5°C (Z1) e de 0,5°C a 1°C (Z2) a menos quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas as faces expostas, isto comparativamente com as mesmas soluções desprovidas de qualquer dispositivo de protecção junto aos envidraçados. Proporcionando assim um acréscimo de horas com temperatura interior inferior a 18°C, em cerca de mais 10%-15% do tempo na Zona1 e na Zona2 (quando uma das faces possui Aenv superior a 60%) e cerca de mais 1%-5% do tempo na Zona1 e mais 5%-10% do tempo na Zona2 (quando ambas as faces com Aenv inferior a 40%).

Obs Geral: verifica-se alguma influência do dispositivo de protecção do tipo estore exterior, sobre os resultados das soluções, de forma a proporcionar um decréscimo na temperatura interior das mesmas nesta estação (portanto contribuindo para o aumento das necessidades de aquecimento).

4.4 Análise de Sensibilidade - Influência Parâmetros Matriz nos Modelos 1 e 2

4.4.1 Introdução Valores e Gráficos

Para que fosse possível comparar soluções e a influência de determinados parâmetros presentes na Matriz, recorreu-se a razão entre as diferentes soluções. Tendo sido desenvolvido um conjunto de gráficos os quais permitem com que o leitor consiga rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

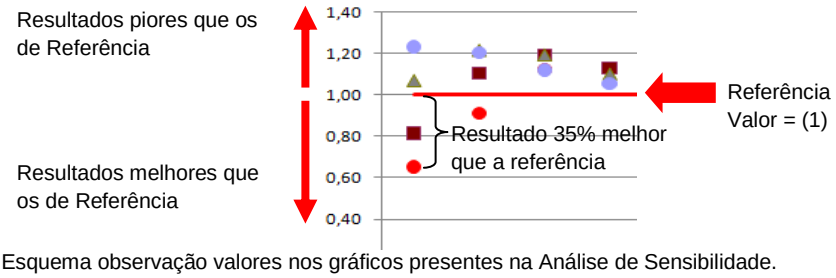


Figura 4.110: Esquema observação valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade.

4.4.2 Influência – Tipo de Vidro

No caso da verificação da influência dos <u>tipos de vidros</u> (Matriz): todas as soluções da Matriz que apresentam o tipo de vidro V1 foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as soluções com tipo de vidro V2 (V2 – duplo de baixa emissividade) e as soluções com tipo de vidro V1 (V1 – duplo incolor), ou seja V2/V1.

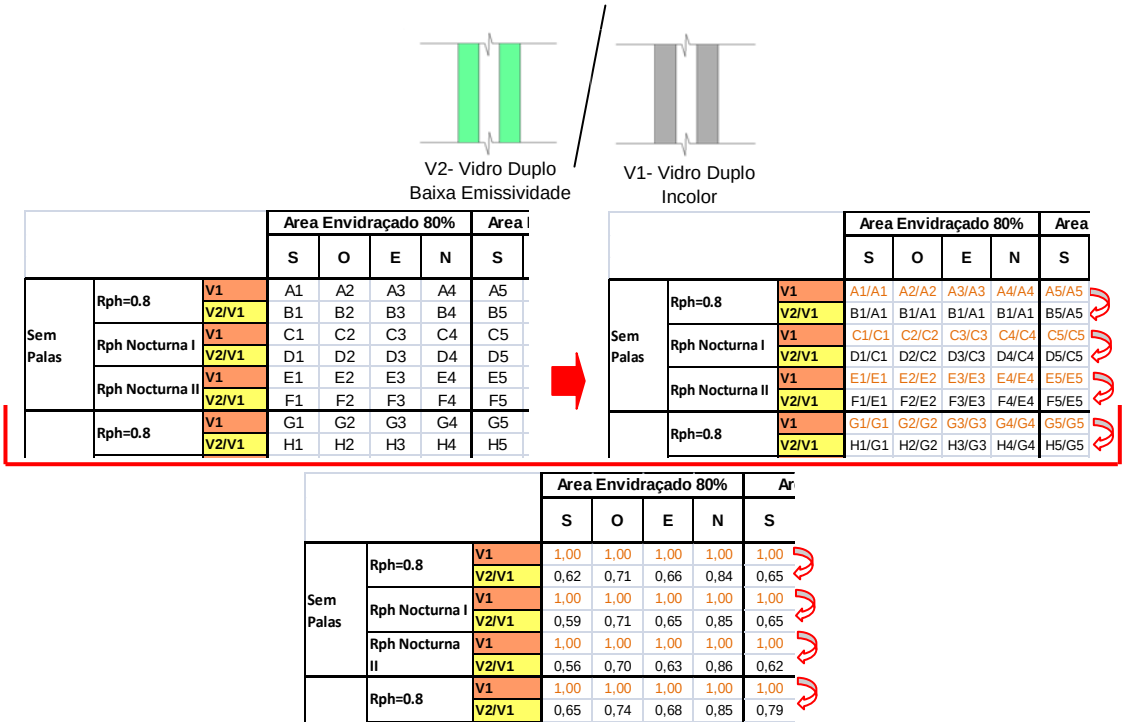
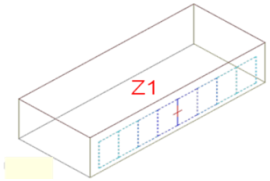
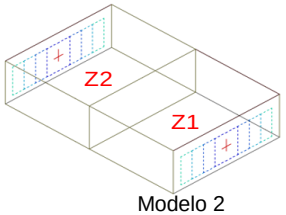


Figura 4.111: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência tipo de vidro.

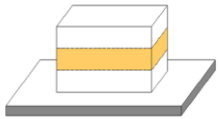
Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que V2 proporciona melhores resultados que V1; e quando os valores são superiores a 1 significa que V1 proporciona melhores resultados que V2. Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.



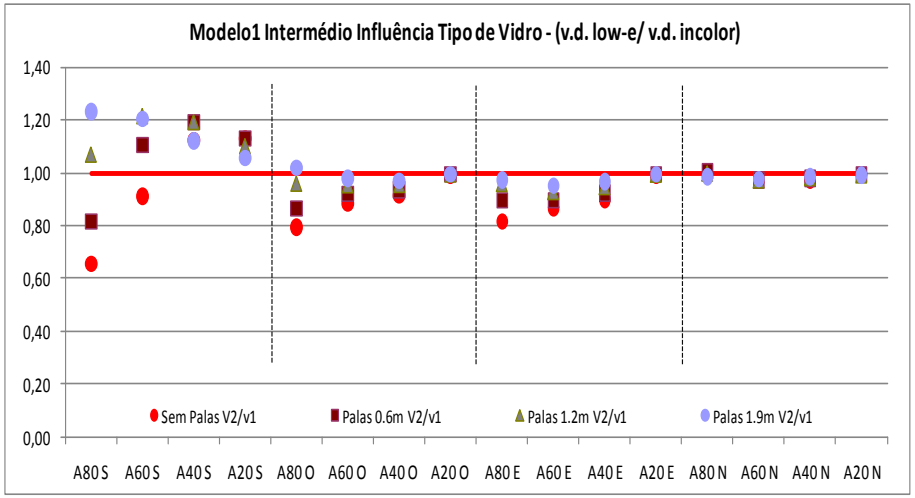
Modelo 1

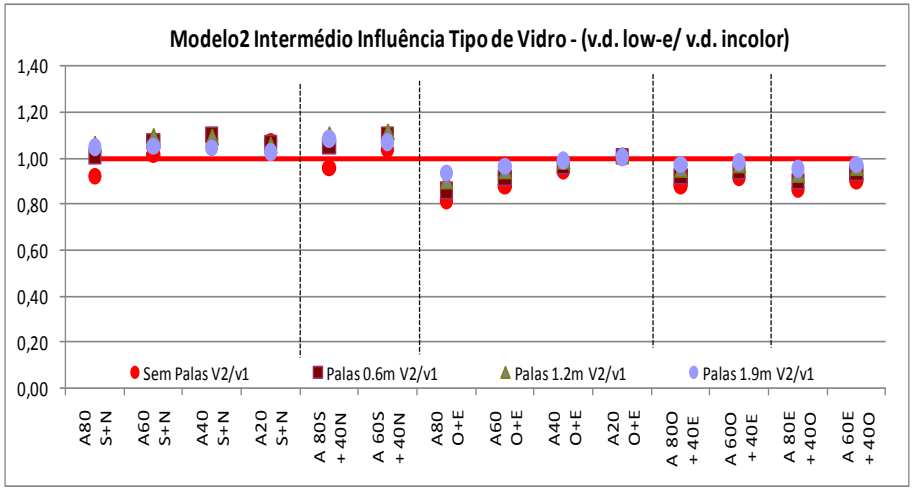


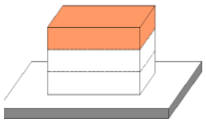
Modelo 2



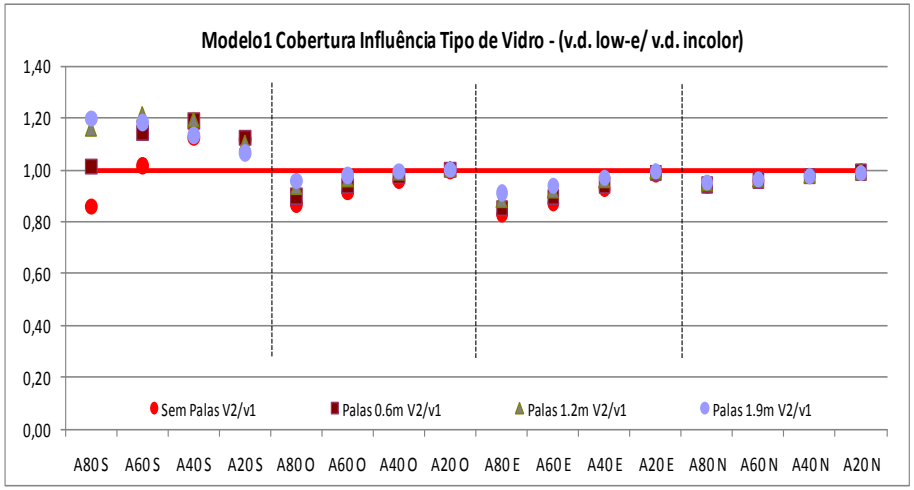
Andar Intermédio







Andar Cobertura



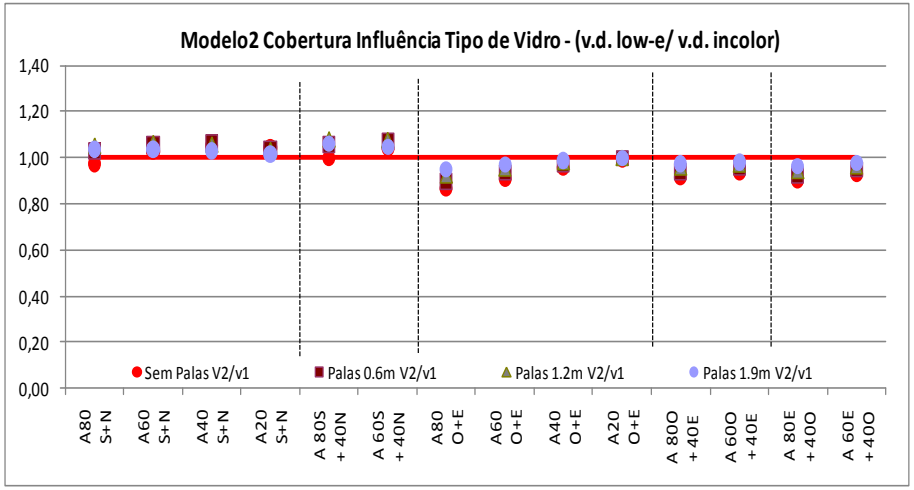
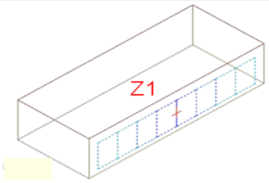


Figura 4.112: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência tipo de vidro.



4.4.2.1 Análise Influência do Tipo de Vidro

Modelo1:

- Para as soluções da Matriz (Modelo 1 Intermédio) orientadas a Norte, foram obtidos valores referentes razão entre V2/V1 próximas do valor 1,idependentemente da área de envidraçado (de 20% a 80% da fachada envidraçada) e dimensão da pala horizontal (0m a 1,90m). Desta forma, indicando que tanto V1 como V2 (tipos de vidros adoptados para o estudo) proporcionam resultados semelhantes para as mesmas soluções quando submetidos a esta orientação. Estas observações mantêm-se de maneira geral para as mesmas soluções quando localizadas em andar cobertura (Modelo1 Cobertura); entretanto para aquelas com 80% da fachada envidraçada e vidro duplo especial (V2) nota-se melhoras nos resultados de aproximadamente 5% comparativamente com as soluções de referência (V1).

- Para as diferentes soluções da Matriz (Modelo1 Intermédio) orientadas a Este e Oeste, as soluções com vidro duplo com características térmicas especiais apresentaram melhores resultados do que quando adoptado vidro duplo incolor, entretanto isto fica mais evidente a medida que aumenta a área de envidraçado e diminui a largura da pala horizontal. Diferença nos resultados (entre V1 e V2) de até: 20% para soluções com 80% da fachada envidraçada; 15% para soluções com 60% da fachada envidraçada; 10% para soluções com 40% da fachada envidraçada. As soluções com 20% da fachada envidraçada; bem como aquelas com palas superiores a 1,20m de largura (independentemente da área de envidraçado) apresentam resultados semelhantes tanto com V1 como com V2, de forma que o profissional deverá ponderar até que ponto justifica-se o emprego de soluções mais dispendiosas que proporcionem resultados semelhantes a outras menos dispendiosas. Estas observações mantêm-se de maneira geral para as mesmas soluções quando localizadas em andar cobertura (Modelo1 Cobertura); entretanto verifica-se que para estas soluções a influência de V2 sobre os resultados decorrem principalmente a medida que a área de envidraçado aumenta, sendo a largura das palas um factor de menor influência (quando as soluções estão localizadas em andar de cobertura), pois obteve-se resultados muito próximos para mesmas soluções com palas de diferentes dimensões.

- Ao observar o gráfico correspondente as soluções da Matriz (Modelo1 Intermédio) com orientação a Sul, percebe-se que: para aquelas com áreas de envidraçados até 40% da fachada, o vidro duplo incolor proporciona melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de 5% a 20% entre resultados); para aquelas com áreas de envidraçados de 60% da fachada e com palas superiores a 0,6m, o vidro duplo incolor também proporciona melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de 10% a 20% entre resultados), somente para as soluções sem palas obteve-se melhores resultados com V2; para aquelas com áreas de envidraçados 80% da fachada e com palas superiores a 1,2m o vidro duplo incolor demonstrou proporcionar melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de 5% a 25% entre resultados), somente para as soluções com palas inferiores a 0,6m obteve-se melhores resultados ao adoptar V2 (diferença de 20% a 35% entre resultados).

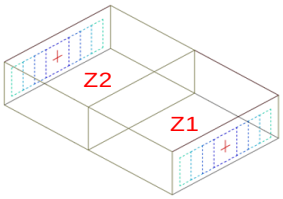
- Para as diferentes soluções da Matriz (Modelo1 Cobertura) orientadas a Sul, com área da fachada envidraçada inferior a 60% (associada a qualquer situação de palas horizontais adoptadas na Matriz), o vidro duplo incolor proporciona melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de até 20% entre resultados – comparativamente com soluções de referência); somente quando as soluções apresentam a fachada com uma área de envidraçado de 80% e sem palas horizontais o vidro duplo especial proporciona melhor resultado que o vidro de referência (melhora sensivelmente inferior a identificada para as mesmas soluções em andar intermédio, cerca de 15%).

- Desta forma faz algum sentido adoptar vidros duplos especiais nas soluções: com grandes áreas de envidraçados (80% da fachada envidraçada); sem palas ou com palas inferiores a 0,60m; com orientação Oeste, Este e principalmente a Sul; em andar intermédio ou cobertura (principalmente em andar intermédio).

- Nota-se maior influência do vidro duplo com características térmicas especiais (V2) quanto menor for a largura da pala; bem como quanto maior for a área de envidraçado.

- Melhoras nas soluções com V2 e sem palas (comparativamente com as soluções de referência -V1) de: até 20% (soluções a Este e Oeste, tanto em andar intermédio como em cobertura); de até 5% (soluções a Norte, tanto em andar intermédio como em cobertura); de até 35% (soluções a Sul em andar intermédio); de até 15% (soluções a Sul em andar cobertura).

Obs: estas observações referem-se tanto para as soluções sem dispositivo de protecção solar junto ao envidraçado como para aquelas com dispositivo de protecção solar (interior ou exterior).



Modelo2:

- Para cada conjunto de soluções da Matriz (correspondente ao Modelo2) representado nos gráficos (andar intermédio ou cobertura) por orientação e tamanho de envidraçado, verifica-se que os resultados pouco diferem para as mesmas soluções com palas de diferentes tamanhos (principalmente para as soluções quando localizadas em andar de cobertura); uma diferença entre resultados de até 10%-15%. Desta forma o profissional deverá ponderar, de modo geral, até que ponto justifica-se o emprego de soluções mais dispendiosas que proporcionem resultados semelhantes a outras menos dispendiosas. Assim verifica-se que obteve-se resultados muito próximos para mesmas soluções com palas de diferentes dimensões.

- Para as diferentes soluções da Matriz (Modelo2 Intermédio/Cobertura) orientadas a Oeste + Este independentemente da área de envidraçado, as soluções com vidro duplo com características térmicas especiais apresentaram melhores resultados do que quando adoptado vidro duplo incolor, entretanto isto fica mais evidente a medida que aumenta a área de envidraçado e diminui a largura da pala horizontal. Diferença nos resultados (entre V1 e V2) de até: 15%-20% para soluções com pelo menos uma das fachadas envidraçada em 80%; 10%-15% para soluções com pelo menos uma das fachadas envidraçada em 60%; 5%-10% para soluções que apresentam ambas as fachadas com 40% de envidraçado. As soluções que possuem ambas fachadas com 20% de envidraçado, apresentam resultados semelhantes tanto com V1 como com V2. Desta forma novamente o profissional deverá ponderar, de modo geral, até que ponto justifica-se o emprego de soluções mais dispendiosas que proporcionem resultados semelhantes a outras menos dispendiosas.

- Ao observar o gráfico correspondente as soluções da Matriz (Modelo2 em andar Intermédio/Cobertura) com orientação a Sul+Norte, percebe-se que: para aquelas que apresentam áreas de envidraçados até 60% da fachada, o vidro duplo incolor proporciona melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de 5% a 15% entre resultados); para aquelas que apresentam pelo menos uma das fachadas expostas com área de envidraçado de 80% da fachada e com palas superiores a 0,6m, o vidro duplo incolor também proporciona melhores resultados do que quando adoptado vidros especiais (diferença de 15% entre resultados), sendo somente para as soluções sem palas a obter-se melhores resultados com V2 (resultado 10% melhor quando em intermédio e 5% melhor quando em cobertura).

- Desta forma faz algum sentido adoptar vidros duplos especiais nas soluções: com grandes áreas de envidraçados (superior a 60% da fachada envidraçada); sem palas; principalmente com orientação Oeste+Este; em andar intermédio ou cobertura (mas principalmente em andar intermédio).

- Nota-se maior influência do vidro duplo com características térmicas especiais (V2) quanto menor for a largura da pala; bem como quanto maior for a área de envidraçado.

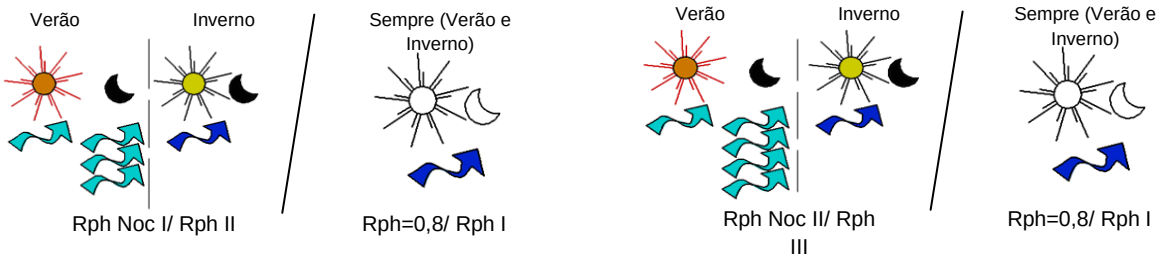
- Melhoras nas soluções com V2 e sem palas (comparativamente com as soluções de referência -V1) de: até 15%-20% (soluções a Este + Oeste, tanto em andar intermédio como em cobertura); de até 5%-10% (soluções a Sul + Norte, tanto em andar intermédio como em cobertura.

Obs: estas observações referem-se tanto para as soluções sem dispositivo de protecção solar junto ao envidraçado como para aquelas com dispositivo de protecção solar (interior ou exterior).

4.4.3 Influência – Ventilação Natural

- No caso da verificação da influência dos tipos de taxas de ventilação natural - Rph (Matriz): todas as soluções da Matriz que apresentam Rph=0,8 foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Tendo em conta a presença de dois tipos de vidros na Matriz (V1 e V2), os gráficos que evidenciam a influência das taxas de ventilação são apresentados em dois grupos, um grupo associado com tipo de vidro V1 (duplo incolor) e outro com V2 (duplo de baixa emissividade).

Foi efectuada a razão entre as soluções com Rph Nocturna I e II e as soluções com Rph=0,8, ou seja: Rph NocI/Rph=0,8 e Rph NocII/ Rph=0,8.



			Area Envidraçado 80%				Area
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1	A2	A3	A4	A5
		V2	B1	B2	B3	B4	B5
	Rph Nocturna I	V1	C1	C2	C3	C4	C5
		V2	D1	D2	D3	D4	D5
	Rph Nocturna II	V1	E1	E2	E3	E4	E5
		V2	F1	F2	F3	F4	F5
	Rph=0.8	V1	G1	G2	G3	G4	G5
		V2	H1	H2	H3	H4	H5

			Area Envidraçado 80%				Are
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1/A1	A2/A2	A3/A3	A4/A4	A5/A5
		V2	B1/B1	B2/B2	B3/B3	B4/B4	B5/B5
	Rph Nocturna I	V1	C1/A1	C2/A2	C3/A3	C4/A4	C5/A5
		V2	D1/B1	D2/B2	D3/B3	D4/B4	D5/B5
	Rph Nocturna II	V1	E1/A1	E2/A2	E3/A3	E4/A4	E5/A5
		V2	F1/B1	F2/B2	F3/B3	F4/B4	F5/B5
	Rph=0.8	V1	G1/G1	G2/G2	G3/G3	G4/G4	G5/G5
		V2	H1/H1	H2/H2	H3/H3	H4/H4	H5/H5

			Area Envidraçado 80%				Ar
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		V2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rph Nocturna I	V1	0,88	0,91	0,92	0,95	0,85
		V2	0,85	0,90	0,90	0,97	0,85
	Rph Nocturna II	V1	0,79	0,82	0,85	0,89	0,74
		V2	0,72	0,81	0,80	0,91	0,71
	Rph=0.8	V1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		V2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Figura 4.113: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência ventilação natural.

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que Rph Nocturna (I ou II) proporcionam melhores resultados que Rph=0,8; e quando os valores são superiores a 1 significa que Rph=0,8 proporciona melhores resultados que Rph Nocturna (I ou II).

Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

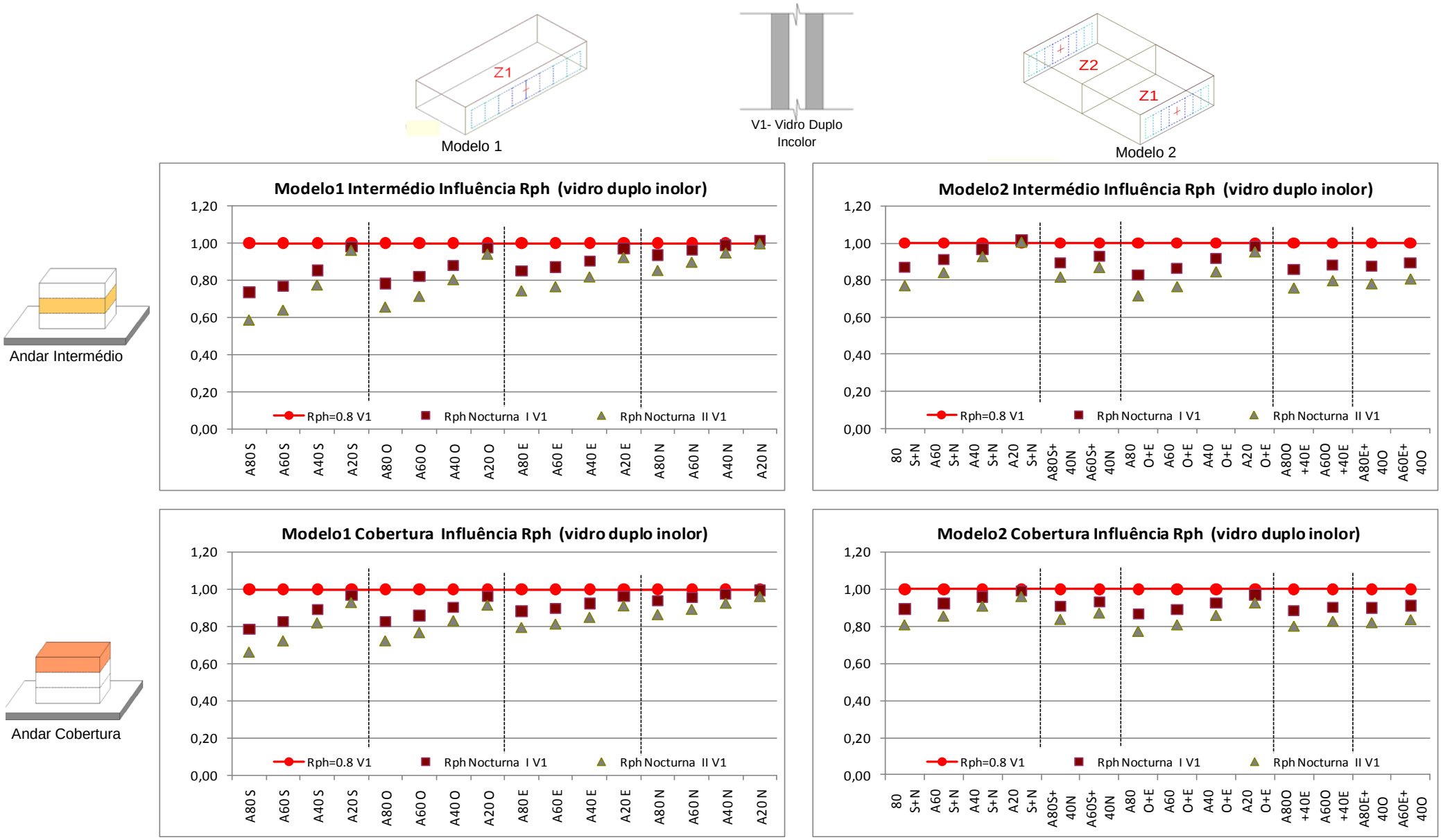
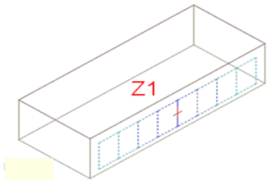
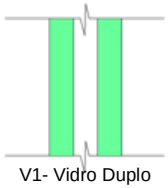


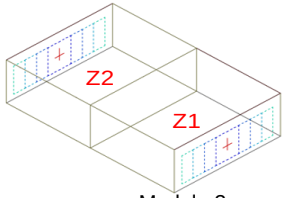
Figura 4.114: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência ventilação natural (soluções com vidro duplo incolor – V1).



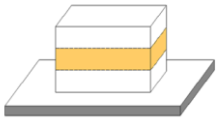
Modelo 1



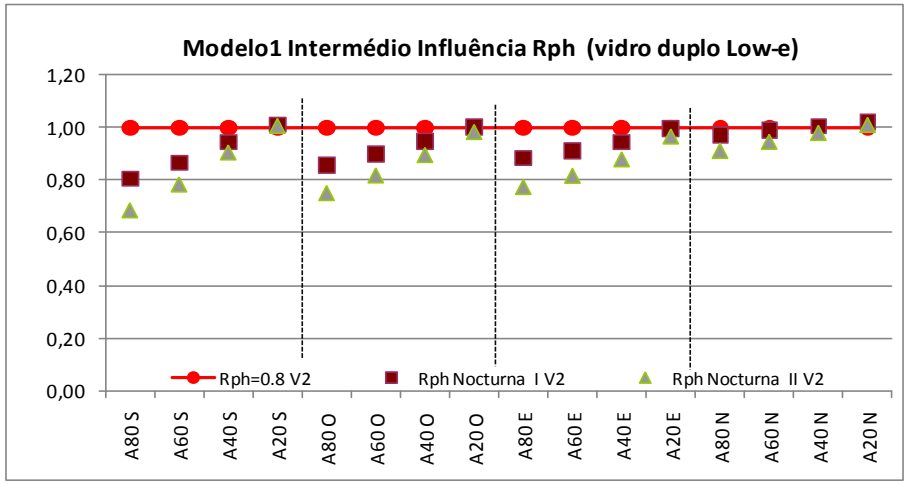
V1- Vidro Duplo
Baixa Emissividade

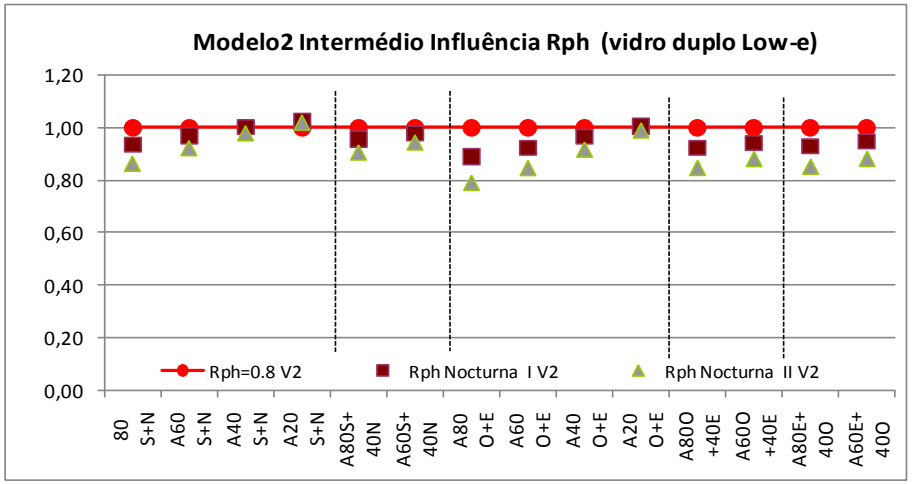


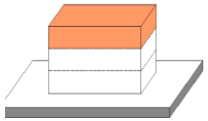
Modelo 2



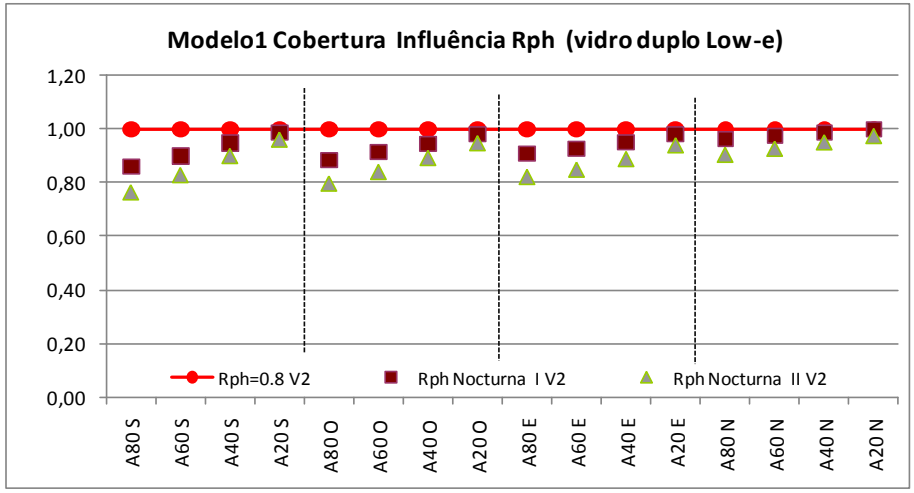
Andar Intermédio







Andar Cobertura



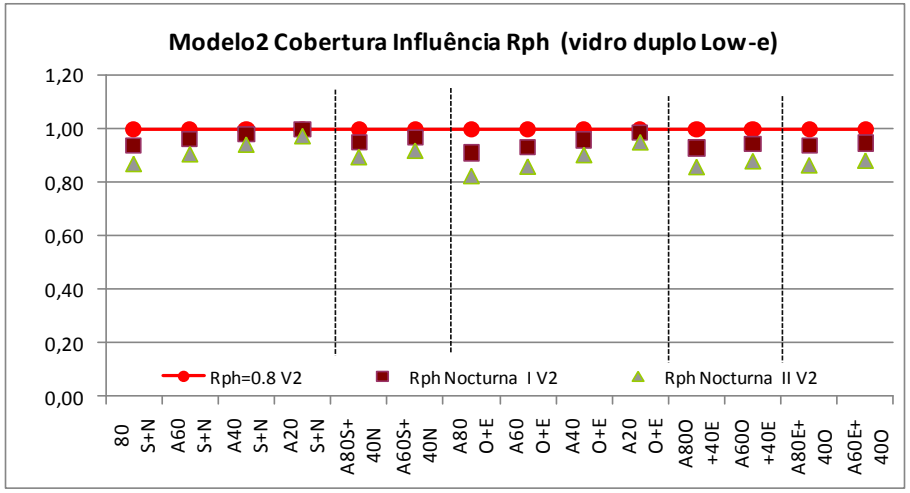
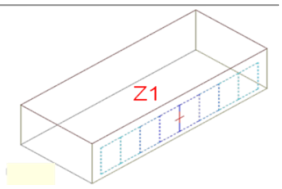


Figura 4.115: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência ventilação natural (soluções com vidro duplo de baixa emissividade – V2).



4.4.3.1 Análise Influência do Tipo de Ventilação

Modelo1:

- De modo geral para as diferentes soluções com diferentes áreas de envidraçados e orientações (seja com V1 ou com V2) adoptar Rph Nocturna I e Rph nocturna II proporcionou melhores resultados do que quando adoptado Rph=0,8.

- Através do gráfico foi possível perceber que adoptar Rph NocI e NocII podem proporcionar melhores resultados principalmente nas soluções com grandes áreas de envidraçados (superior a 60% da fachada envidraçada).

- As soluções com 20% de envidraçado (independentemente da orientação e tipo de vidro), não demonstraram grande influência sobre os resultados quando submetidos as diferentes soluções de Rph adoptados na Matriz; sendo os valores referentes as razões entre as diferentes soluções de Rph da Matriz com as de referência próximos do valor 1.

- Com relação a influência de Rph Noc I e NocII sobre as diferentes soluções nas diversas orientações foi: maior influência sobre soluções com orientação Sul, em seguida com orientação Oeste; sendo a menor influência sobre as soluções orientadas a Norte (mediante as variações das taxas de ventilação Matriz). Desta forma, esta também pode ser uma explicação para alguns dos resultados obtidos, onde soluções com orientação a Este apresentaram piores resultados do que a Oeste, vindo assim confirmar que estas soluções a Este ganham calor e apresentam dificuldade em dissipa-lo (durante a Estação de arrefecimento).

- Para as soluções a seguir, melhoras de:

≠ 5% a 10% ≠ 5% a 10%

	V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul	até 40%	até 35%	até 30%	até 25%
Oeste	até 35%	até 30%	até 25%	até 20%
Este	até 25%	até 20%	até 20%	até 20%
Norte	até 15%	até 15%	até 10%	até 10%

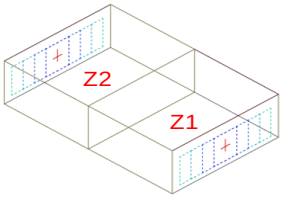
≠ 5% ≠ 5%

Figura 4.116: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes taxas de ventilação (Rph) adoptadas na Matriz, Modelo 1.

- Nota-se menor influência de Rph Noc I e Noc II sobre as soluções com V2 (vidros duplos especiais), e maior influência sobre as soluções com V1 (vidro duplo incolor); ou seja uma diferença de aproximadamente 5% a 10% sobre os resultados.

- Nota-se menor influência de Rph Noc I e Noc II sobre as soluções em andar cobertura, e maior influência sobre as soluções em andar intermédio; ou seja uma diferença de aproximadamente 5% sobre os resultados.

- De modo geral as soluções com Rph Noc I são até 20% melhor que as mesmas soluções com Rph=0,8; e as soluções com RphII são entre 5% e 40% melhores que as de referência (Rph= 0,8).



Modelo2:

- De modo geral para as diferentes soluções com diferentes áreas de envidraçados e orientações (seja com V1 ou com V2) adoptar Rph Nocturna I e Rph Nocturna II proporcionou melhores resultados do que quando adoptado Rph=0,8.

- Através dos gráficos foi possível perceber que (para as soluções em andar Intermédio ou Cobertura) adoptar Rph NocI e NocII podem proporcionar melhores resultados principalmente nas soluções com grandes áreas de envidraçados (envidraçado superior a 60% em pelo menos uma das fachadas), melhoras sobre as soluções de referência (Rph= 0,8) de até 10%-15% quando com Rph NocI e de até 20%-30% quando com Rph NocII.

- As soluções com 20% de envidraçado em ambas as fachadas (independentemente da orientação, tipo de vidro e localização no edifício), quando submetidos às diferentes soluções de Rph adoptados na Matriz não diferiram praticamente em termos de resultados, ou seja não se verifica grande influência das diferentes estratégias de ventilação presentes na Matriz sobre os resultados; assim sendo os valores referentes as razões entre as diferentes soluções de Rph da Matriz com os valores de referência próximos do valor 1.

- Com relação a influência de Rph Noc I e NocII sobre as diferentes soluções nas diversas orientações foi: maior influência sobre soluções com orientação Oeste+Este, em seguida com orientação Sul+Norte. Desta forma, para tipologias com mais de uma face exposta percebe-se uma maior importância da estratégia de ventilação principalmente para soluções orientadas Oeste/Este.

- Observação: Nota-se que para o Modelo1, a maior influência das estratégias de ventilação foi verificada para as soluções orientadas a Sul e a menor influência para as orientadas a Norte, entretanto quando observamos estas estratégias sobre as soluções do Modelo 2 a maior influência passa a ser sobre as soluções orientadas a Oeste-Este.

- Para as soluções a seguir, melhoras de:

≠ 10% ≠ 5%

		V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul+Norte	Pph Noc I/Rph 0.8	até 15%	até 10%	até 5%	até 5%
	Pph Noc II/Rph 0.8	até 25%	até 20%	até 15%	até 15%
Oeste+Este	Pph Noc I/Rph 0.8	até 20%	até 15%	até 10%	até10%
	Pph Noc II/Rph 0.8	até 30%	até 25%	até 20%	até 20%

≠ 5% ≈

Figura 1.117: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes taxas de ventilação (Rph) adoptadas na Matriz, Modelo 2.

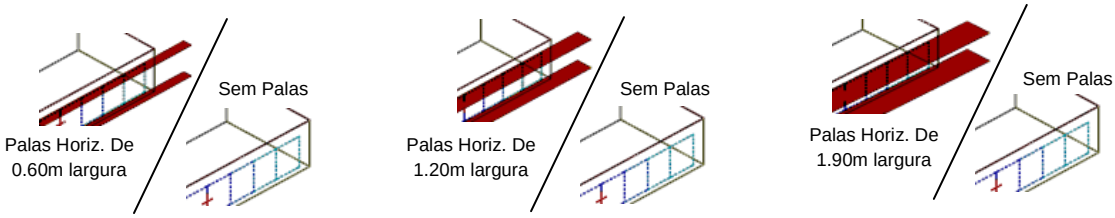
- Nota-se menor influência de Rph Noc I e Noc II sobre as soluções com V2 (vidros duplos especiais), e maior influência sobre as soluções com V1 (vidro duplo incolor); ou seja uma diferença de aproximadamente 5% a 10% sobre os resultados.

- Nota-se menor influência de Rph Noc I e Noc II sobre as soluções em andar cobertura, e maior influência sobre as soluções em andar intermédio; ou seja uma diferença de aproximadamente 5% sobre os resultados.

4.4.4 Influência – Palas Horizontais

- No caso da verificação da influência dos tipos de Palas Horizontais (Matriz): todas as soluções da Matriz que não apresentam palas horizontais foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Tendo em conta a presença de dois tipos de vidros na Matriz (V1 e V2), os gráficos que evidenciam a influência de palas com diferentes dimensões são apresentados em dois grupos, um grupo associado com o tipo de vidro V1 (duplo incolor) e outro com V2 (duplo de baixa emissividade).

Foi efectuada a razão entre as soluções com palas horizontais de 0,60m; 1,20m e 1,90m, e as soluções sem palas, ou seja: palas de 0,60m/ sem pala; palas de 1,20m/ sem pala; pala de 1,90m/ sem pala.



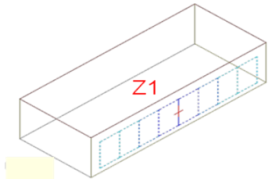
			Area Envidraçado 80%				Area
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1	A2	A3	A4	A5
		V2	B1	B2	B3	B4	B5
	Rph Nocturna I	V1	C1	C2	C3	C4	C5
		V2	D1	D2	D3	D4	D5
	Rph Nocturna II	V1	E1	E2	E3	E4	E5
		V2	F1	F2	F3	F4	F5
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	G1	G2	G3	G4	G5
		V2	H1	H2	H3	H4	H5
	Rph Nocturna I	V1	I1	I2	I3	I4	I5
		V2	J1	J2	J3	J4	J5
	Rph Nocturna II	V1	K1	K2	K3	K4	K5
		V2	L1	L2	L3	L4	L5
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	M1	M2	M3	M4	M5
		V2	N1	N2	N3	N4	N5
	Rph Nocturna I	V1	O1	O2	O3	O4	O5
		V2	P1	P2	P3	P4	P5
	Rph Nocturna II	V1	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
		V2	R1	R2	R3	R4	R5
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	S1	S2	S3	S4	S5
		V2	T1	T2	T3	T4	T1
	Rph Nocturna I	V1	U1	U2	U3	U4	U5
		V2	V1	V2	V3	V4	V5
	Rph Nocturna II	V1	W1	W2	W3	W4	W5
		V2	X1	X2	X3	X4	X5

			Area Envidraçado 80%				Ar
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1/A1	A2/A2	A3/A3	A4/A4	A5/A5
		V2	B1/B1	B2/B2	B3/B3	B4/B4	B5/B5
	Rph Nocturna I	V1	C1/C1	C2/C2	C3/C3	C4/C4	C5/C5
		V2	D1/D1	D2/D2	D3/D3	D4/D4	D5/D5
	Rph Nocturna II	V1	E1/E1	E2/E2	E3/E3	E4/E4	E5/E5
		V2	F1/F1	F2/F2	F3/F3	F4/F4	F5/F5
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	G1/A1	G2/A2	G3/A3	G4/A4	G5/A5
		V2	H1/B1	H2/B2	H3/B3	H4/B4	H5/B5
	Rph Nocturna I	V1	I1/C1	I2/C2	I3/C3	I4/C4	I5/C5
		V2	J1/D1	J2/D2	J3/D3	J4/D4	J5/D5
	Rph Nocturna II	V1	K1/E1	K2/E2	K3/E3	K4/E4	K5/E5
		V2	L1/F1	L2/F2	L3/F3	L4/F4	L5/F5
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	M1/A1	M2/A2	M3/A3	M4/A4	M5/A5
		V2	N1/B1	N2/B2	N3/B3	N4/B4	N5/B5
	Rph Nocturna I	V1	O1/C1	O2/C2	O3/C3	O4/C4	O5/C5
		V2	P1/D1	P2/D2	P3/D3	P4/D4	P5/D5
	Rph Nocturna II	V1	Q1/E1	Q2/E2	Q3/E3	Q4/E4	Q5/E5
		V2	R1/F1	R2/F2	R3/F3	R4/F4	R5/F5
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	S1/A1	S2/A2	S3/A3	S4/A4	S5/A5
		V2	T1/B1	T2/B2	T3/B3	T4/B4	T5/B5
	Rph Nocturna I	V1	U1/C1	U2/C2	U3/C3	U4/C4	U5/C5
		V2	V1/D1	V2/D2	V3/D3	V4/D4	V5/D5
	Rph Nocturna II	V1	W1/E1	W2/E2	W3/E3	W4/E4	W5/E5
		V2	X1/F1	X2/F2	X3/F3	X4/F4	X5/F5

			Area Envidraçado 80%				Are
			S	O	E	N	S
Sem Palas	Rph=0.8	V1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		V2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rph Nocturna I	V1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		V2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rph Nocturna II	V1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		V2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Palas 0.6m	Rph=0.8	V1	0,56	0,83	0,84	0,96	0,58
		V2	0,59	0,88	0,86	0,98	0,70
	Rph Nocturna I	V1	0,56	0,84	0,84	0,97	0,59
		V2	0,61	0,89	0,86	0,99	0,74
	Rph Nocturna II	V1	0,54	0,83	0,83	0,98	0,58
		V2	0,60	0,90	0,86	0,99	0,77
Palas 1.2m	Rph=0.8	V1	0,36	0,71	0,69	0,93	0,44
		V2	0,48	0,79	0,74	0,96	0,67
	Rph Nocturna I	V1	0,37	0,72	0,69	0,95	0,47
		V2	0,53	0,83	0,76	0,97	0,77
	Rph Nocturna II	V1	0,36	0,72	0,67	0,96	0,47
		V2	0,55	0,85	0,75	0,99	0,85
Palas 1.9m	Rph=0.8	V1	0,33	0,62	0,58	0,90	0,46
		V2	0,54	0,75	0,66	0,94	0,81
	Rph Nocturna I	V1	0,35	0,65	0,58	0,93	0,53
		V2	0,64	0,80	0,69	0,97	0,97
	Rph Nocturna II	V1	0,36	0,67	0,56	0,95	0,57
		V2	0,71	0,84	0,68	0,99	1,11

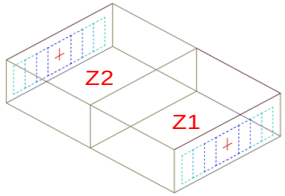
Figura 4.118: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência palas horizontais.

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções com palas (de 0,60m; 1,20m e 1,90m) proporcionam melhores resultados que as soluções sem palas; e quando os valores são superiores a 1 significa que sem pala proporciona melhores resultados que as demais soluções com palas de diferentes dimensões. Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

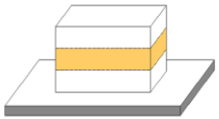


Modelo 1

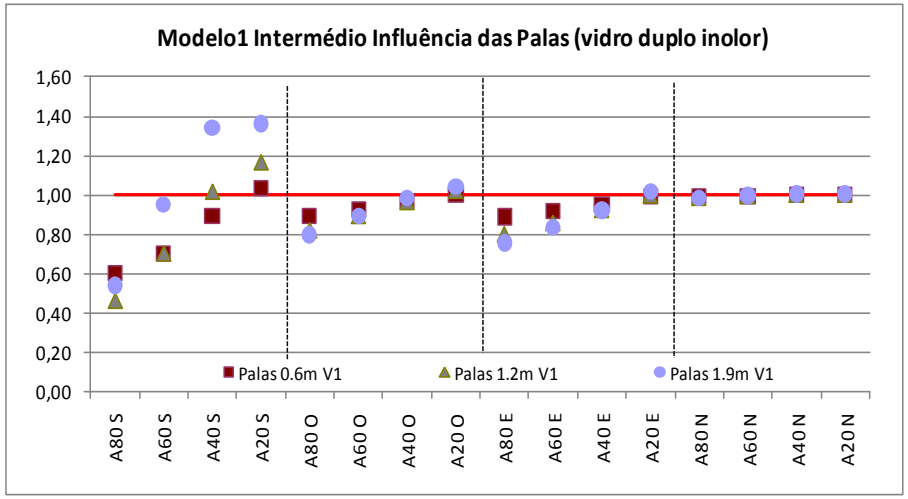
V1- Vidro Duplo Incolor

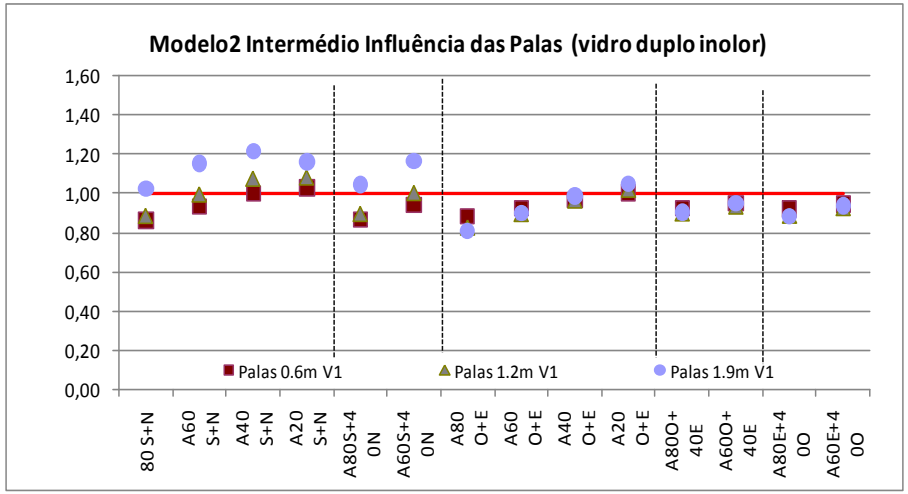


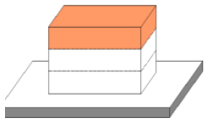
Modelo 2



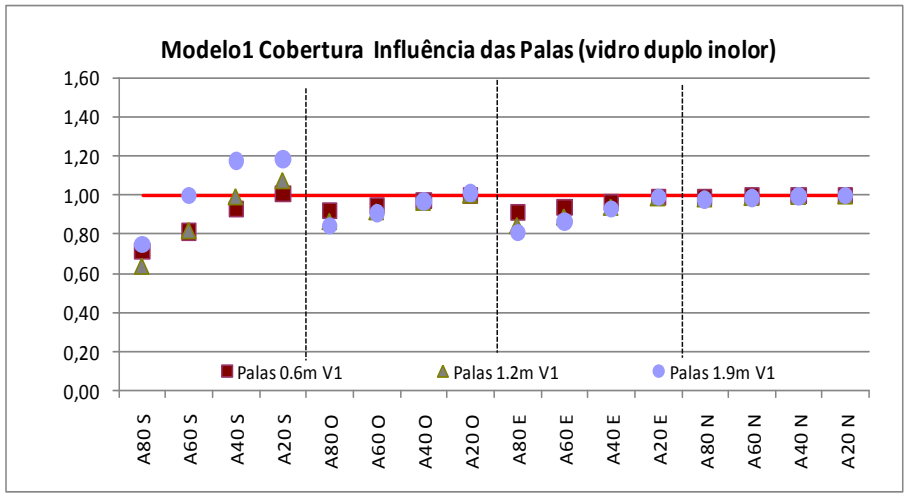
Andar Intermédio







Andar Cobertura



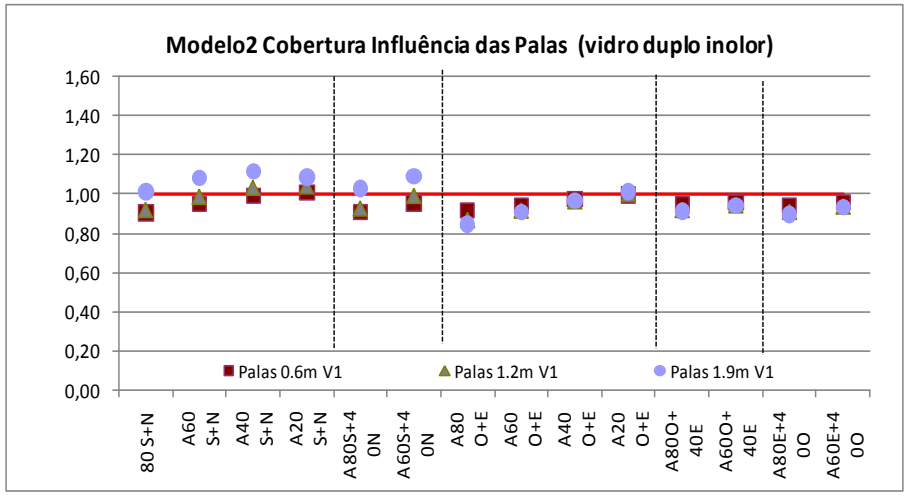


Figura 4.119: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência palas horizontais (soluções com vidro duplo incolor – V1).

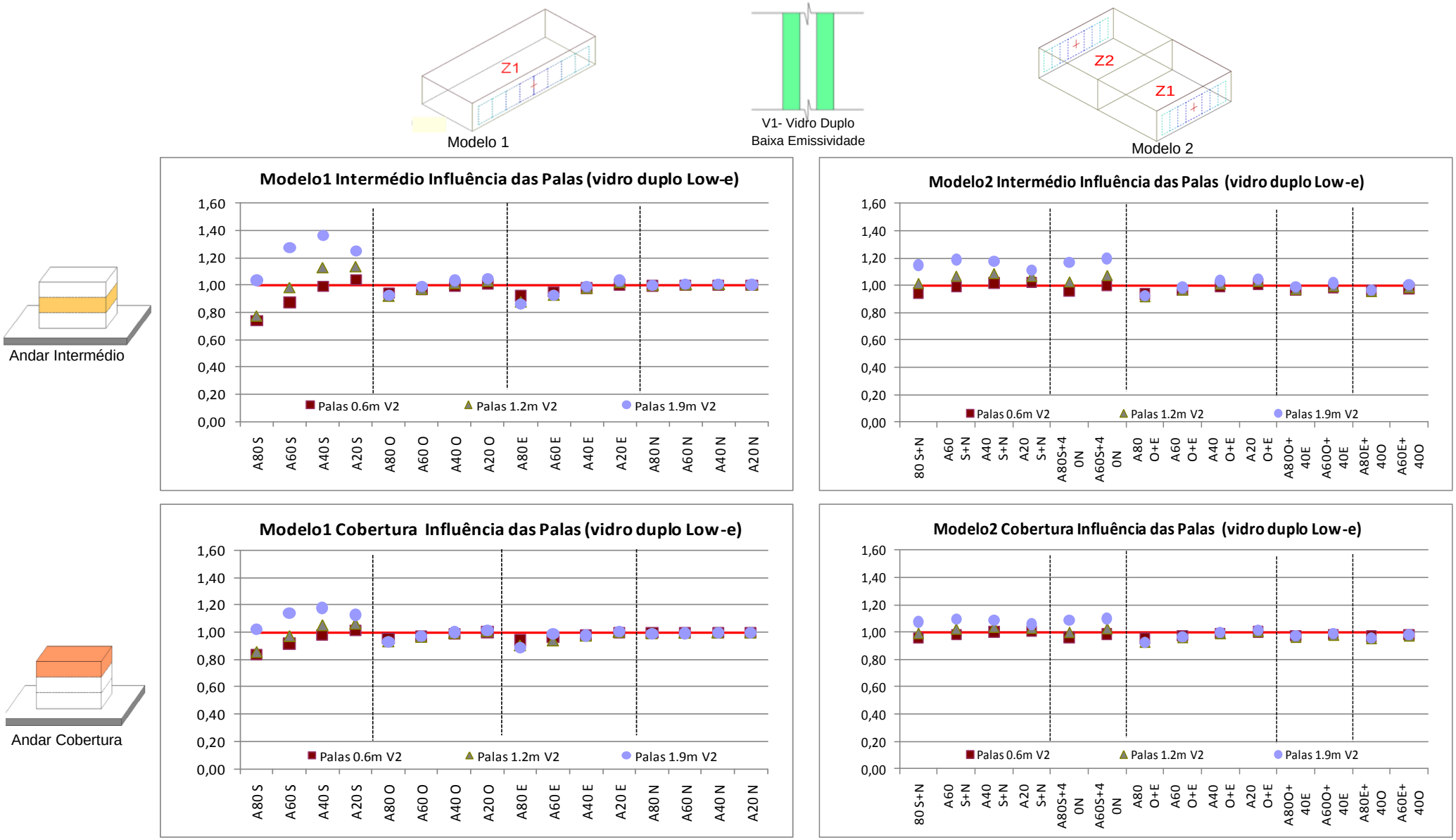
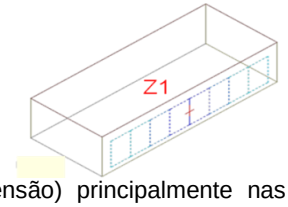


Figura 4.120: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência palas horizontais (soluções com vidro duplo de baixa emissividade – V2).



4.4.4.1 Análise Influência das Palas Horizontais (Matriz)

Modelo1:

- Nota-se maior influência das palas horizontais (independentemente da dimensão) principalmente nas soluções com grandes áreas de envidraçados (60% a 80% da fachada envidraçada), sendo ainda mais visível nas soluções orientadas a Sul.

	V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul	até 60%	até 40%	até 30%	até 20%
Oeste	até 20%	até 20%	até 10%	até 5%
Este	até 25%	até 20%	até 15%	até 10%
Norte	até 5%	até 5%	até 10%	até 5%

Figura 1.121: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes palas adoptadas na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 1.

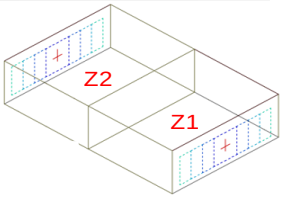
- Para as diferentes soluções orientadas a Norte; seja com V1 ou V2 em andar intermédio ou em andar de cobertura, as diferentes soluções de palas apresentadas na Matriz pouco influenciaram nos resultados, de forma que a razão entre as diversas soluções e a solução de referência (neste caso são as soluções sem palas) foram próximas do valor (1).

- Nota-se maior influência das palas nas soluções orientadas a Este do que nas soluções orientadas a Oeste. Entretanto para soluções sob estas orientações e que possuam área da fachada envidraçada em até 40%, a largura das palas praticamente não demonstraram influenciar nos resultados (resultados próximos dos de referência – sem palas). Somente para soluções com fachada envidraçada acima dos 60% é que se nota a influência das palas horizontais (mesmo assim não foram superiores a 20%). De modo geral as soluções com palas de 0,60m e as de 1,90m apresentaram resultados semelhantes, o que também demonstra que investir em palas horizontais e de determinada largura/dimensão não implica em grandes alterações/melhorias nos resultados para soluções com estas orientações (situação ainda mais evidenciada para as soluções em andar cobertura).

- Foram de facto para as soluções orientadas a Sul que as diferentes palas da Matriz proporcionaram alteração nos resultados, principalmente nas soluções com grandes áreas de envidraçados. Para soluções a esta orientação com área de envidraçado superior a 60% da fachada, quando associadas a vidro duplo incolor (V1) obteve-se melhores resultados com uma pala de 1,20m do que com pala de 1,90m; já quando associadas a vidro duplo de baixa emissividade (V2) obteve-se melhores resultados com pala de 0,60m. Desta forma não necessariamente ao aumentar a dimensão da pala obtêm-se melhor resultado em termos gerais (isto depende de situação para situação). Pode ser mais interessante/eficaz para determinados casos/soluções a Sul adoptar V1 com uma pala de dimensões adequadas, do que adoptar um vidro especial.

- Lembrando que as palas horizontais são do tipo infinitas para todas as soluções da matriz que possuem palas (acompanha desenho edifícios de interesse e sobretudo edifícios com grandes áreas de envidraçados) ou seja quando as áreas de envidraçados das soluções Matriz são menores, a área de fachada (envolvente opaca) sombreada através das palas aumenta.

- Nota-se que quando as soluções apresentam um vidro especial (como V2), as palas são menos eficientes do quando as mesmas soluções apresentam-se com vidro duplo incolor (solução mais frequente, comum e de menor custo).



Modelo2:

- Nota-se maior influência das palas horizontais (independentemente da dimensão) principalmente nas soluções com grandes áreas de envidraçados (envidraçados correspondendo a 60%-80% da área da fachada exterior, em pelo menos uma das fachadas expostas), sendo perceptível tanto nas soluções orientadas a Sul+Norte como nas orientadas a Oeste+Este.

	V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul+Norte	até 15%	até 10%	até 10%	até 5%
Oeste+Este	até 20%	até 20%	até 10%	até 10%

Figura 1.122: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes palas adoptadas na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 2.

- Nota-se maior influência das palas nas soluções orientadas a Oeste+Este do que nas soluções orientadas a Sul+Norte, pois verifica-se também que para as soluções orientadas Oeste+Este a introdução de qualquer uma das palas horizontais presentes na Matriz tendem a proporcionar melhoras nos resultados (comparativamente com as soluções de referência). Para soluções sob as orientações Oeste+Este, seja com V1 ou com V2, e que possuam envidraçados com área inferior a 40% da fachada (em ambas as faces expostas), a largura das palas praticamente não demonstraram influenciar nos resultados (resultados próximos dos de referência – sem palas), de forma que a razão entre as diversas soluções e a solução de referência foram próximas do valor (1). Somente para as soluções que apresentem pelo menos uma de suas fachadas com envidraçado superior a 60% da área da mesma, é que se nota a influência das palas horizontais (mesmo assim não foram superiores a 20% quando com V1 e superiores a 10% quando com V2). De modo geral as soluções com palas de 0,60m e as de 1,90m apresentaram resultados semelhantes, o que também demonstra que investir em palas horizontais e de determinada largura/dimensão não implica em grandes alterações/melhorias nos resultados para soluções com estas orientações (situação ainda mais evidenciada para as soluções em andar cobertura).

- Para as soluções orientadas a Sul+Norte quando com área de envidraçado inferior a 40% da fachada em ambas faces expostas, quando associado a V1 ou V2 (em andar intermédio ou cobertura), não obteve-se resultados melhores que aos apresentados para as soluções de referência (sem palas) quando associado a qualquer tipo de pala da Matriz, resultados são até 20% piores do que os obtidos para as soluções de referência.

- Para soluções orientadas a Sul+Norte quando com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, quando associadas a vidro duplo incolor (V1) obteve-se melhores resultados com uma pala de 0.60m-1,20m (resultados até 15% melhores com a introdução das palas) do que com pala de 1,90m; já quando associadas a vidro duplo de baixa emissividade (V2) obteve-se melhores resultados com pala de 0,60m (melhoras de até 5% sobre as soluções de referência). Desta forma não necessariamente ao aumentar a dimensão da pala obtêm-se melhor resultado em termos gerais (isto depende de situação para situação). Pode ser mais interessante/eficaz para determinados casos/soluções a Sul+Norte adoptar V1 com uma pala de dimensões adequadas, do que adoptar um vidro especial.

- Para as soluções orientadas a Sul+Norte com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas e associadas a V2, praticamente não se verifica melhoras superiores a 5% sobre as soluções de referência (quando com palas de 0.60m), entretanto a medida que as soluções apresentam palas de dimensões maiores verifica-se a tendência de se apresentar resultados piores aos das soluções de referência. Estas soluções quando associado a palas de 1.20m verificam-se resultados próximos do valor (1), tanto em andar intermédio como em andar de cobertura, já quando associado a palas de 1.90m verificam-se resultados superiores ao valor 1, cerca de 10% a 20% piores que as soluções de referência.

- Lembrando que as palas horizontais quando existentes são do tipo infinitas, assim nas situações em que os envidraçados apresentam uma superfície reduzidas será a área de fachada (envolvente opaca) a ser sombreada. Sendo assim este um elemento fixo que sombreia principalmente no Verão, mas que também acaba por sombrear no Inverno (resultados levam em consideração o ano todo – Verão e Inverno).

- Nota-se que quando as soluções apresentam um vidro especial (como V2), o elemento pala é menos eficientes do quando as mesmas soluções apresentam-se com vidro duplo incolor (solução mais frequente, comum e de menor custo). Também tende a ser mais eficaz para soluções com grandes envidraçados, entretanto as suas dimensões são importantes para que isto realmente se verifique (pois nem sempre as palas de maiores dimensões proporcionaram os melhores resultados).

4.4.5 Influência – Protecção Interior

- No caso da verificação da influência dos tipos de protecção interior (Matriz): todas as soluções da Matriz que não apresentam qualquer tipo de protecção junto aos envidraçados (para além de palas em alguns casos) foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Tendo em conta a presença de dois tipos de vidros na Matriz (V1 e V2), os gráficos que evidenciam a influência de diferentes protecções interiores são apresentados em dois grupos, um grupo associado com o tipo de vidro V1 (duplo incolor) e outro com V2 (duplo de baixa emissividade).

Foi efectuada a razão entre as soluções com protecção interior do tipo portada de madeira (soluções estas que estão associadas aos tipos de ventilação natural) e as soluções sem qualquer protecção junto ao envidraçado, ou seja: protecção interior I/ sem protecção; protecção interior II/ sem protecção; protecção interior III/ sem protecção.

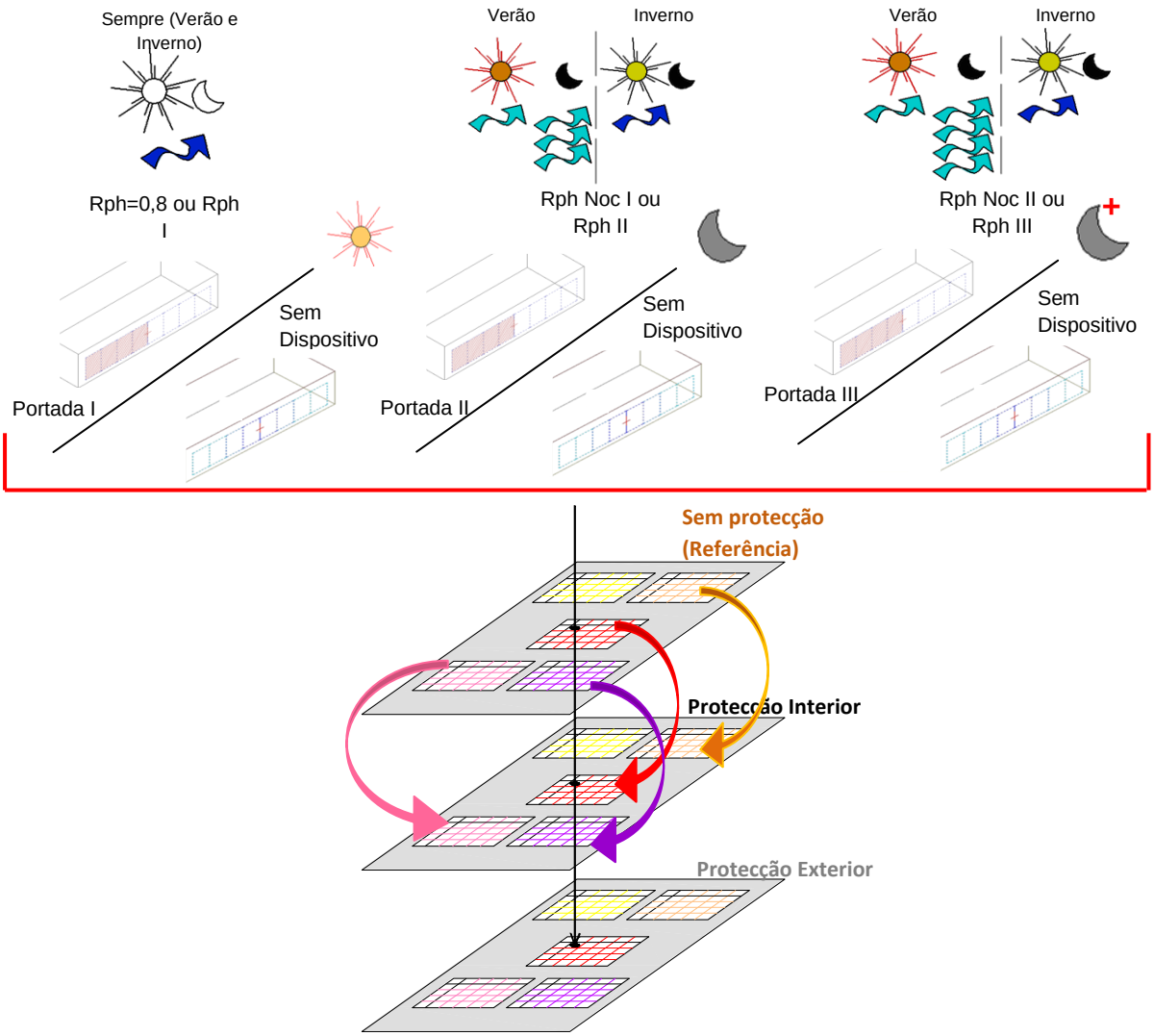


Figura 4.123: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência dispositivo de protecção interior (portada).

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções com protecção interior (portada I; portada II e portada III) proporcionam melhores resultados que as soluções sem dispositivo; e quando os valores são superiores a 1 significa que sem dispositivo de protecção proporciona melhores resultados que as demais soluções com portadas.

Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

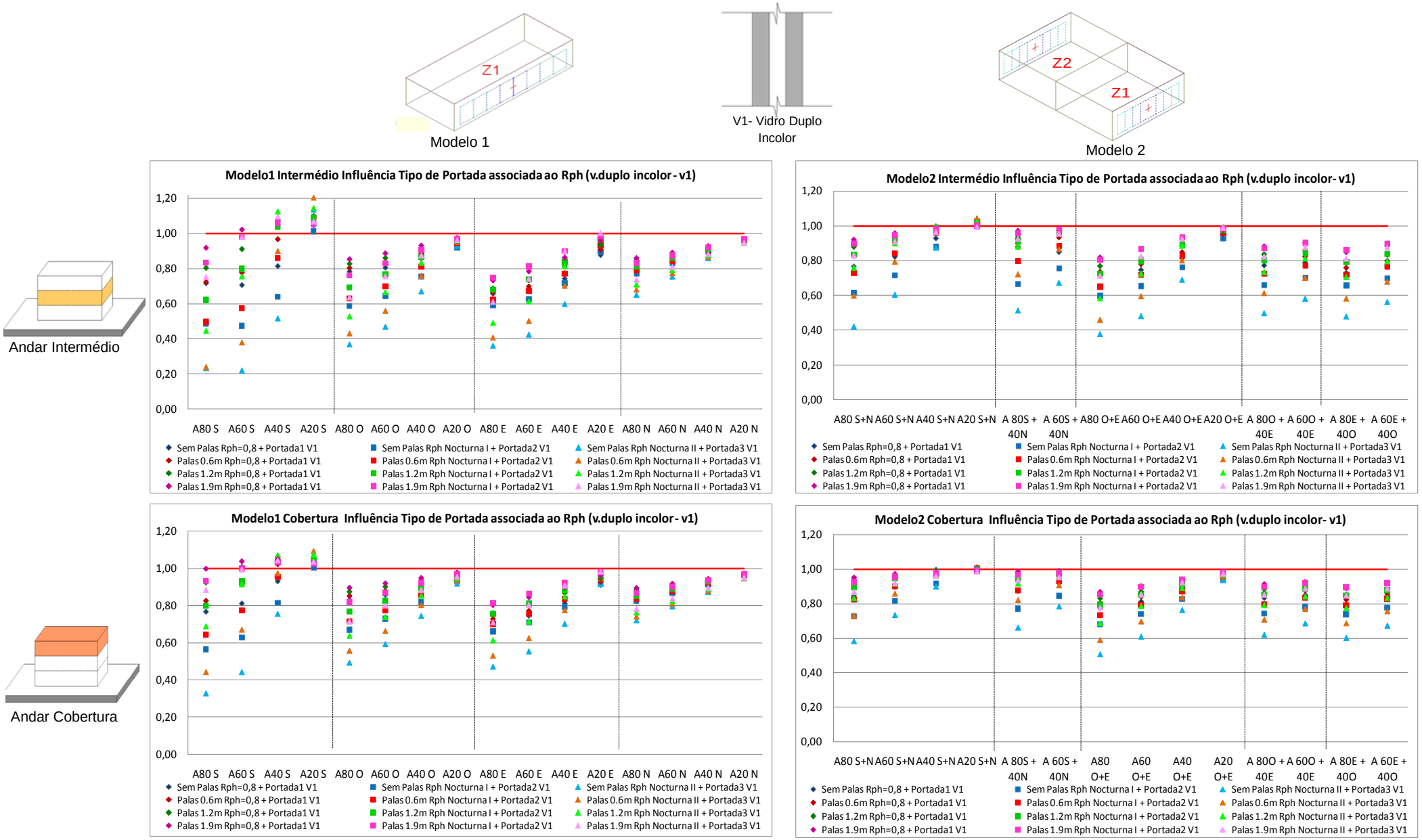


Figura 4.124: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência protecção interior (soluções com vidro duplo incolor – V1).

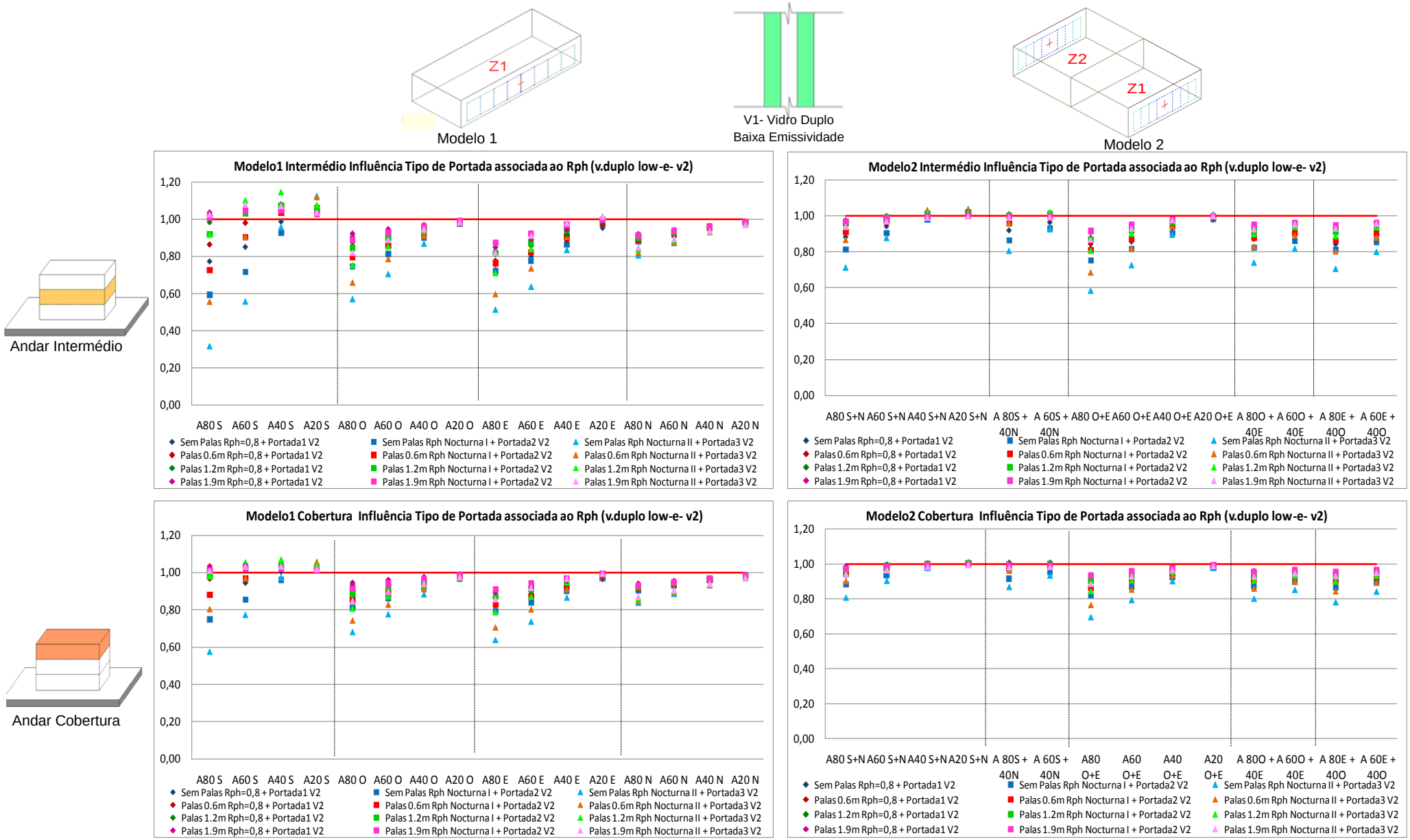
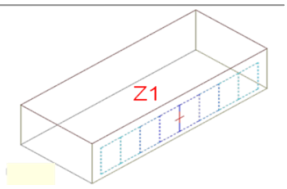


Figura 4.125: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência protecção interior (soluções com vidro duplo de baixa emissividade – V2).



4.4.5.1 Análise Influência Portadas Interiores (Matriz)

Modelo1

- Nota-se através dos gráficos que quanto menor a dimensão da pala (sendo adoptado qualquer das opções de portadas Matriz), bem como quanto maior a área de envidraçado, maior é a influência da protecção interior sobre os resultados.

- Para soluções orientadas a Este, Oeste e Norte; a presença de qualquer uma das protecções interiores da Matriz proporcionou melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer tipo de protecção solar); ou seja a razão entre estes foi inferior a (1). Entretanto para as soluções com áreas de envidraçados 20% da fachada, os resultados não diferiram mais de 5%-10% quando adoptado qualquer uma das opções de portadas interiores da Matriz.

- Para as soluções orientadas a Sul somente para as que possuem área de envidraçado superior a 60% da fachada é que os diversos tipos de protecção interior proporcionaram melhores resultados comparativamente com as soluções de referência. Entretanto para soluções com área de envidraçados inferior a 40% da fachada, nem sempre o emprego de protecção interior presentes na Matriz contribuíram para melhores resultados.

- Para soluções orientadas a Sul com 40% da fachada envidraçada, somente as soluções com palas inferiores a 0,60m associadas as diferentes opções de portadas interiores da Matriz proporcionaram melhores resultados do que as soluções de referência; ou seja introduzir protecções deste género associadas a palas horizontais superiores a 0,60m não proporcionam melhoras nos resultados para soluções deste tipo (podendo proporcionar resultados até 20% piores que os de referência dependendo da localização do fracção no edifício e tipo de vidro – em andar intermédio e vidro duplo incolor). Obs: lembrando que o estudo considera as palas sendo do tipo infinita, e que para as soluções com menores áreas de envidraçados estes estão a sombrear uma maior área da envolvente opaca (parede).

- Para soluções orientadas a Sul com 20% da fachada envidraçada, qualquer uma das soluções com portadas interiores da Matriz não proporcionaram melhores resultados do que as soluções de referência; ou seja introduzir protecções deste género para soluções deste tipo não proporcionam melhoras nos resultados (podendo apresentar resultas até 20% piores que os de referência dependendo da localização do fracção no edifício e tipo de vidro – em andar intermédio e vidro duplo incolor).

- Para as soluções a seguir, melhoras (com relação a solução de referência) de:

		V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul	Portada I (+Rph=0,8)	até 30%	até 25%	até 25%	até 15%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 55%	até 45%	até 40%	até 25%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 80%	até 70%	té 70%	até 45%
Oeste	Portada I (+Rph=0,8)	até 20%	até 20%	até 15%	até 10%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 40%	até 40%	até 30%	até 20%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 65%	até 50%	até 45%	até 35%
Este	Portada I (+Rph=0,8)	até 30%	até 30%	até 25%	até 20%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 40%	até 40%	até 30%	até 20%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 65%	até 55%	até 50%	até 40%
Norte	Portada I (+Rph=0,8)	até 20%	até 15%	até 10%	até 5%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 25%	até 20%	até 10%	até10%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 40%	até 30%	até 20%	até 20%

Observações para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada

Figura 1.126: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes opções de portadas interiores presentes na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 1.

- Dentro das diferentes soluções presentes na Matriz nota-se que as opções de portadas interiores adoptadas para este trabalho apresentam-se ser mais eficazes para as soluções que apresentam palas de menores dimensões, ou mesmo quando estas não existem. Desta forma, demonstrando a importância de algum tipo de dispositivo de protecção (mesmo interior) independentemente do tamanho da pala horizontal.

- Em termos de orientação, as opções de portadas estudadas apresentaram ser mais eficazes principalmente para soluções sob a orientação Sul (em seguida a Este, depois a Oeste, e por último a Norte).

- Comparando as mesmas soluções a Este e a Oeste, nota-se que quando estas apresentam portada I (aberta Dia e fechada Noite - Verão) esta opção de portada proporciona maior influência sobre os resultados das soluções a Este do que a Oeste; enquanto para as soluções a Este pode-se obter melhoras de até 40% (dependendo da localização e tipo de vidro), para as soluções a Oeste obtêm-se melhoras de até 20%. Entretanto isto já não é tão evidente quando as soluções (a Este ou Oeste) apresentam portada II ou III.

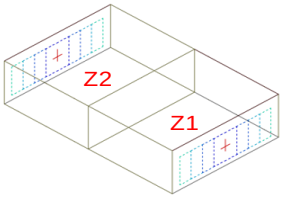
- Para as soluções orientadas a Norte com área de envidraçados superior a 60% da fachada, nota-se que ao se introduzir o elemento portada interior, como por exemplo a opção Portada I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 20% (intermédio) e 15% (cobertura), entretanto quando esta estratégia foi alterada para Portada II (fechado Dia e aberto Noite – Verão) pouco influenciou nos resultados (melhora de até 5% sob os resultados obtidos com portada I). Entretanto ao ser adoptado portada III (semelhante a portada II mas com 20mm de isolamento), houve uma melhora de 10%-15% sobre as soluções com portada II (sobretudo para as soluções com área de envidraçados superior a 80% da fachada), demonstrando assim determinada importância da introdução de algum grau de isolamento nestes dispositivos de protecção.

- De modo geral para as soluções com orientação Sul, Este e Oeste (principalmente com áreas de envidraçados superiores a 60% da fachada) nota-se que ao se introduzir uma solução de portada, como por exemplo portada I, houve melhoras de até 20%-40% (dependendo da orientação, localização e tipo de vidro da solução); ou seja mesmo introduzindo uma portada interior com uma estratégia de aberta de Dia e fechada de Noite no Verão foi possível verificar melhoras nos resultados comparativamente com as soluções de referência. Entretanto ao mudar de estratégia (portada II – fechado de Dia e Aberto Noite) houve uma melhora sobre os resultados com PortadaI de aproximadamente +20% (quando com V1) e de +10% (quando com V2), sobretudo para as soluções orientadas a Sul e Oeste.

- Para as soluções a Este mais importante do que a estratégia (horas portada aberta ou fechada) demonstrou ser a introdução de um dispositivo de protecção, isto tendo em vista que ao se adoptar PortadaI houve melhoras de até 20%-40% com relação solução de referência (para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada), enquanto ao se adoptar PortadaII houve uma melhora de aproximadamente 5% sobre os resultados obtidos com portadaI. Entretanto, para as soluções a Oeste, mais importante do que a introdução do dispositivo de protecção interior é a estratégia adoptada (horas aberto/fechado).

- Melhores resultados foram obtidos com as soluções da Matriz que apresentam PortadaIII (associada a Rph NocII) e em seguida com as que apresentam Portada II (associada a Rph NocI). Lembrando que ambas soluções de portadas (II e III) correspondem a situação de portada: fechada de Dia e aberta a Noite durante o Verão; aberta de Dia e fechada a Noite durante Inverno. Sendo que a portadaIII apresenta na sua constituição 20mm de isolamento térmico.

- A importância do elemento isolante na constituição deste tipo de dispositivo de protecção interior, fica mais evidente para as soluções com orientação Sul, Este e Oeste e principalmente com área de envidraçado superior a 60% da fachada associado a vidro duplo incolor, de forma que ao se adoptar uma solução com isolamento térmico na portada (solução portada III), verifica-se uma melhora sobre os resultados com PortadaII de aproximadamente +20%, e sobre os resultados com Portada I de aproximadamente +40%. Já quando adoptado o tipo de vidro especial (V2), estas relações passam praticamente para metade.



Modelo2

- Nota-se através dos gráficos que quanto menor a dimensão da pala (sendo adoptado qualquer das opções de portadas Matriz), bem como quanto maior a área de envidraçado, maior é a influência da protecção interior sobre os resultados.

- Independentemente da orientação, a presença de qualquer uma das protecções interiores da Matriz proporcionou melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer tipo de protecção solar); ou seja a razão entre estes foi sempre inferior a (1). Entretanto para as soluções com áreas de envidraçados 20% das fachadas, os resultados não diferiram mais de 5%-10% mesmo quando adoptado qualquer uma das opções de palas, Rph (taxas de ventilação natural) e portadas interiores da Matriz.

- Principalmente para as soluções que possuem área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas, os diversos tipos de protecção interior proporcionaram melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer dispositivo protecção). Entretanto para soluções com áreas de envidraçados inferiores a 40% em ambas as fachadas, nem sempre o emprego de protecção interior presentes na Matriz contribuíram para melhoras significativas dos resultados.

Obs: lembrando que o estudo considera as palas sendo do tipo infinita, e que para as soluções com menores áreas de envidraçados estes estão a sombrear uma maior área da envolvente opaca (parede).

- Para as soluções a seguir, melhoras (com relação a solução de referência) de:

		V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul+Norte	Portada I (+Rph=0,8)	até 25%	até 20%	até 15%	até 10%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 40%	até 30%	até 20%	até 15%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 60%	até 40%	té 30%	até 20%
Oeste+Este	Portada I (+Rph=0,8)	até 30%	até 25%	até 20%	até 15%
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 40%	até 35%	até 30%	até 20%
	Portada III (+ Rph NocII)	até 60%	até 50%	até 40%	até 30%

Observações para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada

Figura 1.127: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes opções de portadas interiores presentes na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 2.

- Dentro das diferentes soluções presentes na Matriz nota-se que as opções de portadas interiores adoptadas para este trabalho apresentam-se ser mais eficazes para as soluções que apresentam palas de menores dimensões, ou mesmo quando estas não existem. Desta forma, demonstrando a importância de algum tipo de dispositivo de protecção (mesmo interior) independentemente do tamanho da pala horizontal.

- Em termos de orientação, as opções de portadas estudadas apresentaram ser mais eficazes principalmente para soluções sob a orientação Oeste+Este.

- Nota-se que quando as diferentes soluções da Matriz apresentam portada I (aberta Dia e fechada Noite - Verão) pode-se obter melhoras relativamente as soluções de referência em até 30% para as orientadas Oeste+Este e até 25% para as orientadas a Sul+Norte (dependendo da localização e tipo de vidro). Entretanto, para as diferentes soluções nas diversas orientações propostas na matriz, quando apresentam portadaII pode-se obter melhoras de até 40% e com portadaIII melhoras de até 60% (dependendo da localização e tipo de vidro).

- Para as soluções orientadas a Sul+Norte com área de envidraçados superior a 60% da fachada em pelo menos uma das fachadas, nota-se que ao se introduzir o elemento portada interior, como por exemplo a opção Portada I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 20%-25% (intermédio) e 15% (cobertura), quando esta estratégia foi alterada para Portada II (fechado Dia e aberto Noite – Verão) verifica-se uma melhora de até 15% sob os resultados obtidos com portada I; e quando alterado para portadaIII verifica-se uma melhora de até 20% sob os resultados obtidos com portada II e de até 35% sob os resultados obtidos com portadaI (melhoras sobretudo para as soluções com área de envidraçados superior a 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas), demonstrando assim determinada importância da introdução de algum grau de isolamento nestes dispositivos de protecção.

- Para as soluções orientadas a Oeste+Este com área de envidraçados superior a 60% da fachada em pelo menos uma das fachadas, nota-se que ao se introduzir o elemento portada interior, como por exemplo a opção Portada I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 20%-30% (intermédio) e 15%-25% (cobertura), quando esta estratégia foi alterada para Portada II (fechado Dia e aberto Noite – Verão) verifica-se uma melhora de até 10% sob os resultados obtidos com portada I; entretanto quando alterado para portadaIII verifica-se uma melhora de até 20% sob os resultados obtidos com portada II e de até 30% sob os resultados obtidos com portadaI (melhoras sobretudo para as soluções com área de envidraçados superior a 80% da fachada em pelo menos uma das faces expostas), demonstrando assim determinada importância da introdução de algum grau de isolamento nestes dispositivos de protecção.

- De modo geral nota-se que ao se introduzir uma solução de portada, como por exemplo portada I, houve melhoras de até 15%-30% (dependendo da orientação, localização e tipo de vidro da solução); ou seja mesmo introduzindo uma portada interior com uma estratégia de aberta de Dia e fechada de Noite no Verão foi possível verificar melhoras nos resultados comparativamente com as soluções de referência. Verificando assim que, tão importante quanto a estratégia (horas portada aberta ou fechada) demonstrou ser a introdução de um dispositivo de protecção mesmo interior, isto tendo em vista que ao se adoptar PortadaI houve melhoras de até 20%-30% com relação solução de referência (para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada em pelo menos uma das faces expostas), enquanto ao se adoptar PortadaII houve uma melhora de aproximadamente 10-15% sobre os resultados obtidos com portadaI.

- Melhores resultados foram obtidos com as soluções da Matriz que apresentam PortadaIII (associada a Rph NocII) e em seguida com as que apresentam Portada II (associada a Rph NocI). Lembrando que ambas soluções de portadas (II e III) correspondem a situação de portada: fechada de Dia e aberta a Noite durante o Verão; aberta de Dia e fechada a Noite durante Inverno. Sendo que a portadaIII apresenta na sua constituição 20mm de isolamento térmico.

- A importância do elemento isolante na constituição deste tipo de dispositivo de protecção interior, fica mais evidente para as soluções com: áreas de envidraçados superiores a 60% a área fachada em pelo menos uma das faces expostas, vidro duplo incolor (V1), bem como para as soluções Oeste+Este (resultados até 10% melhores que para as soluções a Sul+Norte com mesma estratégia). De forma que ao se adoptar uma solução com isolamento térmico na portada (solução portada III), verifica-se uma melhora sobre os resultados com PortadaII de aproximadamente +20%, e sobre os resultados com Portada I de aproximadamente +35%. Já quando adoptado o tipo de vidro especial (V2), estas relações passam praticamente para metade.

4.4.6 Influência – Protecção Exterior

- No caso da verificação da influência dos tipos de protecção exterior (Matriz): todas as soluções da Matriz que não apresentam qualquer tipo de protecção junto aos envidraçados (para além de palas em alguns casos) foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Tendo em conta a presença de dois tipos de vidros na Matriz (V1 e V2), os gráficos que evidenciam a influência de diferentes protecções exteriores são apresentados em dois grupos, um grupo associado com o tipo de vidro V1 (duplo incolor) e outro com V2 (duplo de baixa emissividade).

Foi efectuada a razão entre as soluções com protecção exterior do tipo estore (soluções estas que estão associadas aos tipos de ventilação natural) e as soluções sem qualquer protecção junto ao envidraçado, ou seja: protecção exterior I/ sem protecção; protecção exterior II/ sem protecção; protecção exterior III/ sem protecção.

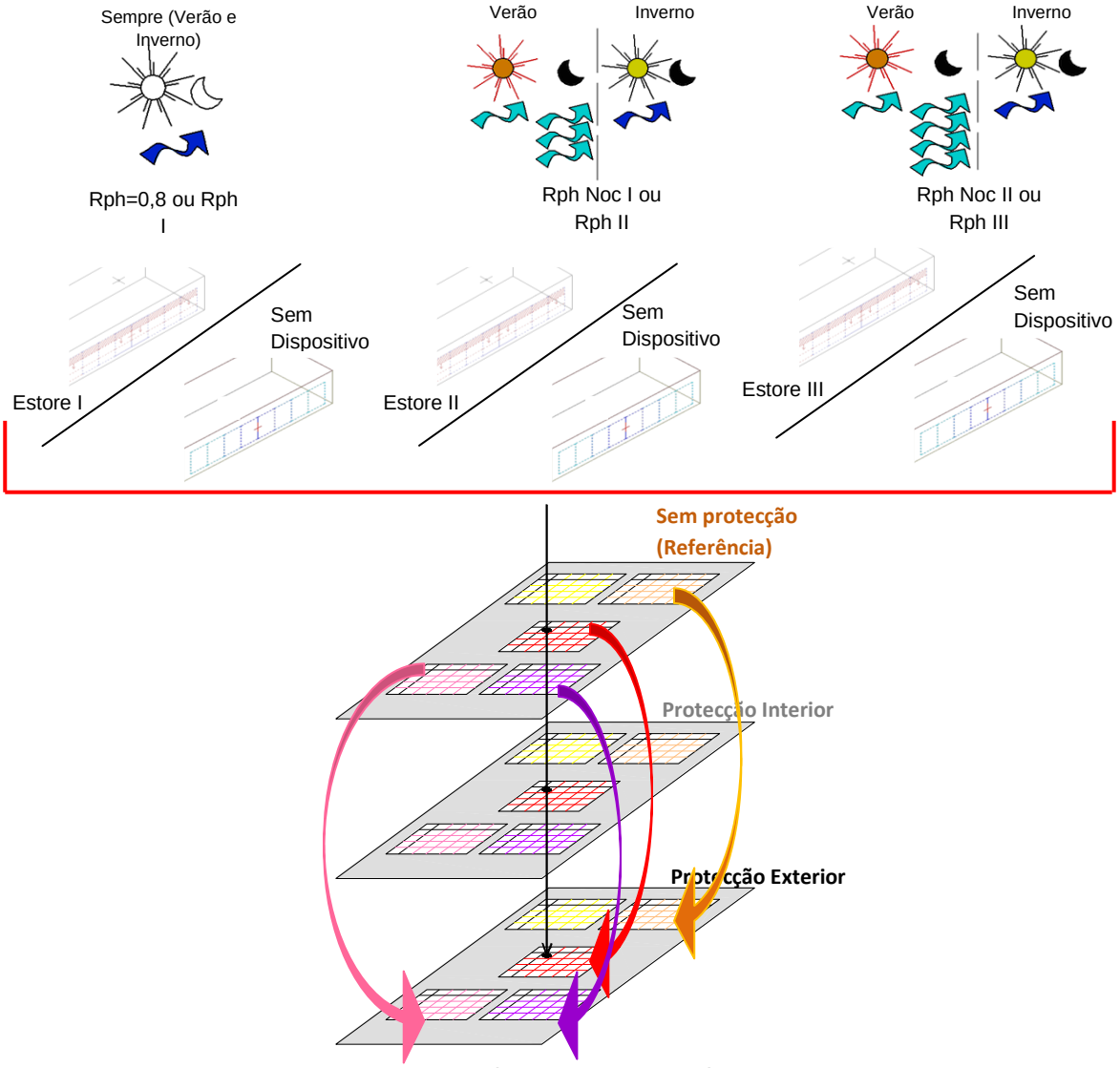


Figura 4.128: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência dispositivo de protecção exterior (estore).

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções com estores (estore I; estore II e estore III) proporcionam melhores resultados que as soluções sem dispositivo de protecção; e quando os valores são superiores a 1 significa que sem dispositivo de protecção proporciona melhores resultados que as demais soluções com diferentes estores propostos.

Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

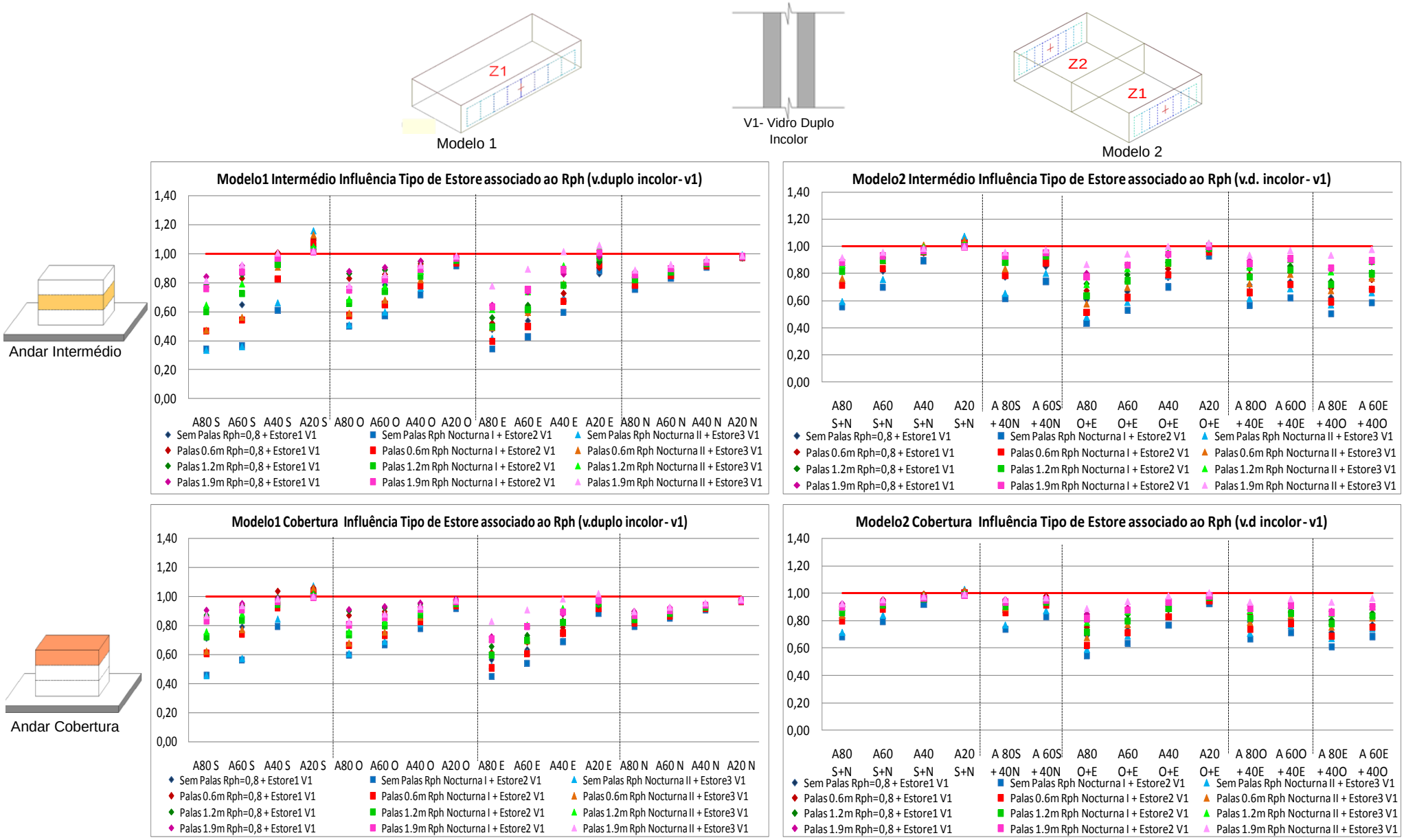


Figura 4.129: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência protecção exterior (soluções com vidro duplo incolor – V1).

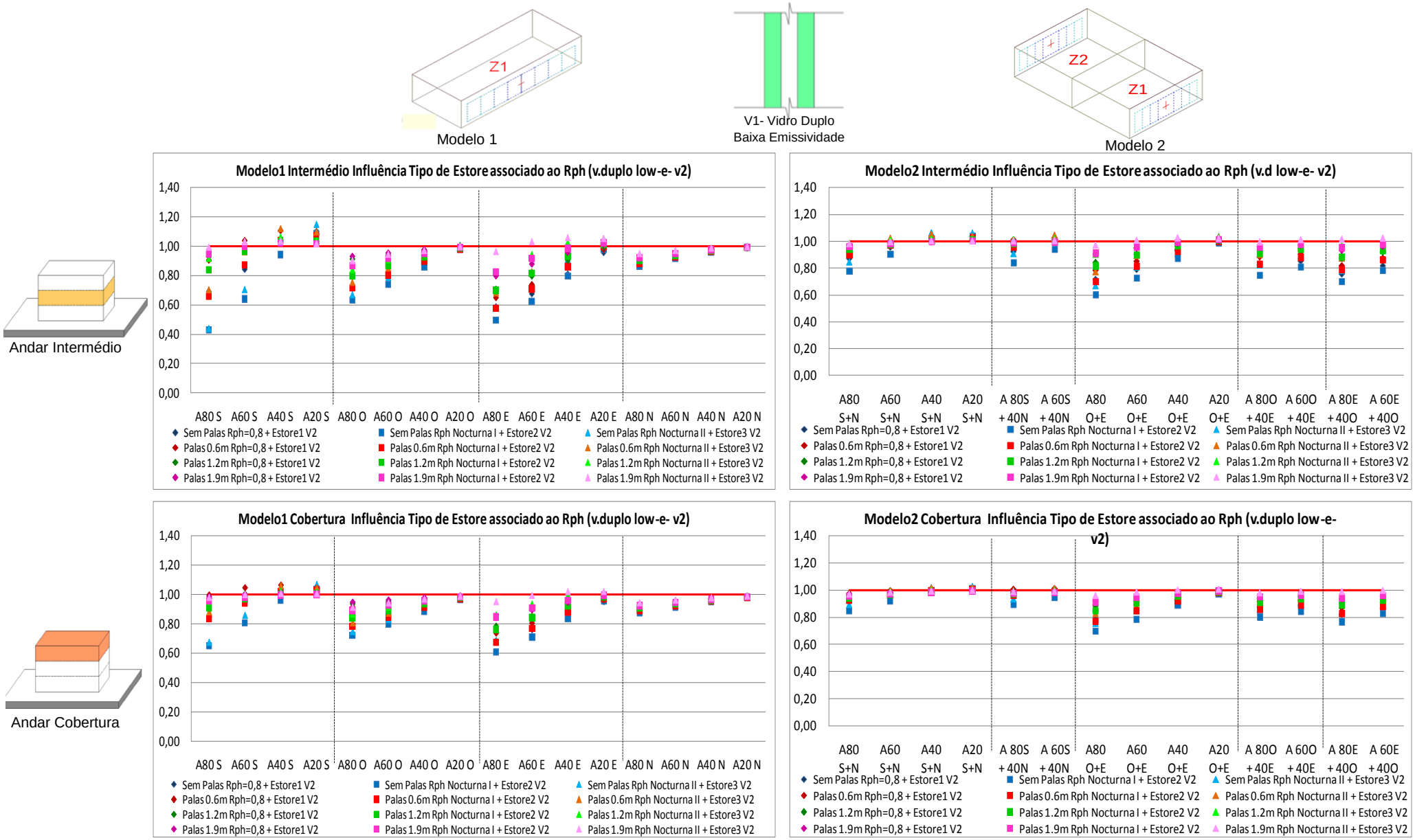
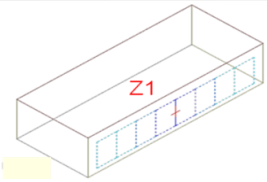


Figura 4.130: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência protecção exterior (soluções com vidro duplo de baixa emissividade – V2).



4.4.6.1 Análise Influência Estores Exteriores (Matriz)

Modelo1

- Nota-se através dos gráficos que quanto menor a dimensão da pala (sendo adoptado qualquer das opções de estores Matriz), bem como quanto maior a área de envidraçado, maior é a influência da protecção exterior sobre os resultados.

- Para soluções orientadas a Este, Oeste e Norte quando com qualquer uma das protecções exteriores da Matriz (sendo excepção algumas soluções a Este em andar intermédio com área de envidraçado inferior a 40% da fachada e palas superiores a 1,20m) obteve-se melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer tipo de dispositivo de protecção solar); ou seja a razão entre estes foi inferior a (1). Entretanto para as soluções com áreas de envidraçados 20% da fachada, os resultados não diferiram mais de 5%-15% com relação as soluções de referência.

- Para as soluções orientadas a Sul somente para as que possuem área de envidraçado superior a 40% da fachada (quando com V1) e superior a 60% (quando com V2) é que os diversos tipos de protecção exterior proporcionaram melhores resultados comparativamente com as soluções de referência. Entretanto para soluções com área de envidraçados inferior a 20% da fachada (com V1) e inferior a 40% (com V2), o emprego das diferentes opções de protecções exteriores presente na Matriz não contribuíram para melhores resultados (resultados em termos globais até 15% piores que a solução de referência dependendo da localização da fracção no edifício e tipo de vidro).

		V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul	Estore I (+Rph=0,8)	até 40%	até 30%	até 30%	até 15%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 65%	até 60%	até 55%	até 35%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 65%	até 60%	té 55%	até 30%
Oeste	Estore I (+Rph=0,8)	até 25%	até 20%	até 20%	até 15%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 50%	até 40%	até 35%	até 30%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 50%	até 40%	até 30%	até 25%
Este	Estore I (+Rph=0,8)	até 55%	até 45%	até 40%	até 30%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 65%	até 60%	até 50%	até 40%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 60%	até 55%	até 40%	até 30%
Norte	Estore I (+Rph=0,8)	até 20%	até 20%	até 10%	até 10%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 25%	até 20%	até 15%	até10%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 20%	até 20%	até 10%	até 10%

Observações para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada

Figura 1.131: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes opções de estores exteriores presentes na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 1.

- Dentro das diferentes soluções presentes na Matriz nota-se que as opções de estores exteriores adoptadas para este trabalho apresentam-se ser mais eficazes para as soluções que apresentam palas de menores dimensões, ou mesmo quando estas não existem. Desta forma, demonstrando a importância de algum tipo de dispositivo de protecção independentemente do tamanho da pala horizontal. Sendo assim notório o efeito da introdução de um dispositivo destes sobre as soluções de referência, logo ao ter sido adoptado a opção EstoreI (solução em que o estore encontra-se aberto 70% das 10h as 23h no Verão e 70% das 10h as 20h no Inverno) decorreram melhoras sobre as soluções de referência (dependendo da localização e tipo de vidro) de: até 55% para soluções a Este, até 40% para soluções a Sul, até 25% a Oeste e até 20% a Norte.

- Em termos de orientação, as opções de estores exteriores estudadas apresentaram ser mais eficazes principalmente para soluções sob as orientações Este e Sul (em seguida a Oeste, e por último a Norte). Principalmente quando as soluções apresentam tipo de vidro V1, foram sobre as soluções a Este a que os estores demonstrarem maior influência sobre os resultados; enquanto para as soluções que apresentam vidros especiais V2 em andar intermédio foram as soluções a Sul a demonstrarem maior influência dos dispositivos de protecção exterior.

- Comparando as mesmas soluções a Este e a Oeste, nota-se que quando estas apresentam estore I (aberta Dia e fechada Noite - Verão) esta opção de estore proporciona maior influência sobre os resultados das soluções

a Este do que a Oeste; enquanto para as soluções a Este pode-se obter melhoras de até 55% (dependendo da localização e tipo de vidro), para as soluções a Oeste obtêm-se melhoras de até 25%-30%. Entretanto esta diferença já não é tão expressiva quando as soluções (a Este ou Oeste) apresentam Estore II ou III (mesmo assim continua-se a verificar maior influência sobre as soluções a Este).

- Para as soluções orientadas a Norte com área de envidraçados superior a 60% da fachada, nota-se que ao se introduzir o elemento estore exterior, como por exemplo a opção Estore I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 20% (intermédio ou cobertura), entretanto quando esta estratégia foi alterada para Estore II ou III (fechado Dia e aberto Noite – Verão) pouco influenciou nos resultados (melhora de até 5% sob os resultados obtidos com Estore I).

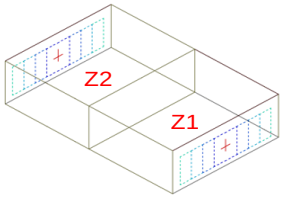
- Para a maior parte das soluções (independentemente da orientação), não se verifica uma melhora expressiva da adopção do Estore III sobre as soluções com Estore II, isto provavelmente por: estratégia III não apresentar o estore 100% fechado nas primeiras horas do Dia na estação quente (está 30% aberto), e sendo que durante a noite o estar 30% aberto não apresenta tanta influência quanto a estratégia de ventilação nocturna definida (sendo mais importante de facto as taxas de ventilação para o período nocturno ao longo da estação quente).

- Nota-se (de modo geral) para as soluções com orientação Sul e Oeste (principalmente com áreas de envidraçados superiores a 60% da fachada) que ao se introduzir uma solução de estore, como por exemplo estore I, houve melhoras de até 25%-40% (dependendo da orientação, localização e tipo de vidro da solução); ou seja mesmo introduzindo um estore exterior com uma estratégia onde se apresenta aberto de Dia e fechado de Noite (no Verão) foi possível verificar melhoras nos resultados comparativamente com as soluções de referência. Entretanto ao mudar de estratégia (estore II e III – fechado de Dia e aberto Noite) houve uma melhora sobre os resultados com EstoreI de aproximadamente +20%-25% (quando com V1) e de +15%-20% (quando com V2).

- Para as soluções a Este tão importante quanto a estratégia (horas estore aberto ou fechado) é a introdução de um dispositivo de protecção, isto tendo em vista que ao se adoptar EstoreI houve melhoras de até 55% (dependendo do tipo de vidro e localização, para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada) com relação solução de referência, enquanto ao se adoptar EstoreII houve uma melhora de aproximadamente +10% sobre os resultados obtidos com EstoreI. Enquanto, para as soluções a Sul e a Oeste, mais importante do que a introdução do dispositivo de protecção interior é a estratégia adoptada (horas aberto/fechado).

- Lembrando que a estratégia Estore I, mantém estore 100% fechado de Noite até as 10h e a partir das 10h <u>abre 70%</u> até as 23h; a estratégia estore II também mantém 100% fechado das 24h até as 10h e a partir das 10h <u>abre 30%</u> até as 20h; a estratégia estore III <u>mantém 70% fechado</u> das 24h até as 10h; ou seja, para soluções nas diversas orientações, mas principalmente para as soluções a Este pode fazer diferença o estore estar totalmente fechado/para baixo nas primeiras horas de Sol (dos Dias de Verão), explicando desta forma a obtenção de melhores resultados com estore II do que com estore III; bem como a obtenção de melhores resultados para soluções com orientação Este associadas a Estore I, do que para as mesmas soluções (com estore I) nas demais orientações.

- Isto também pode ser confirmado quando percebe-se através dos gráficos maior influência dos Estores I e II (fechado 100% até 10h Verão – evitando incidência da radiação solar nas primeiras horas de Sol nas soluções com fachada a Este) sobre as soluções a Este do que sobre as soluções a Sul, ou seja mais eficaz para soluções a Este. Em contra partida quando adoptado Estore III (pelo menos 30% do estore sempre aberto durante 24h no Verão) já verifica-se maior influência deste sobre as soluções a Sul do que a Este, ou seja mais eficaz para soluções a Sul do que para Este (não tão eficaz quanto o impedimento da incidência da radiação nas primeiras horas de Sol para soluções com orientação Este).



Modelo2

- Nota-se através dos gráficos que quanto menor a dimensão da pala (sendo adoptado qualquer das opções de estores Matriz), bem como quanto maior a área de envidraçado, maior é a influência da protecção exterior sobre os resultados.

- Independentemente da orientação, a presença de qualquer uma das protecções exteriores da Matriz (sendo excepção algumas soluções a Sul+Norte em andar intermédio com áreas de envidraçados inferiores a 40% a áreas das fachadas) proporcionou melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer tipo de protecção solar); ou seja a razão entre estes foi sempre inferior a (1). Entretanto para as soluções com áreas de envidraçados inferiores a 40% as áreas das fachadas (quando em andar intermédio) e com áreas de envidraçados inferiores a 20% as áreas das fachadas (quando em andar cobertura), os resultados não diferiram mais de 5%-10% mesmo quando adoptado qualquer uma das opções de vidros, palas, Rph (taxas de ventilação natural) e estores exteriores da Matriz; ou seja para estes, o emprego das diferentes opções de protecções exteriores presente na Matriz não contribuíram para melhores resultados (resultados em termos globais até 10% piores que a solução de referência dependendo da localização da fracção no edifício e tipo de vidro).

- Para as soluções em andar de cobertura (independentemente da orientação) com qualquer uma das protecções exteriores da Matriz obteve-se melhores resultados comparativamente com as soluções de referência (sem qualquer tipo de dispositivo de protecção solar); ou seja a razão entre estes foi inferior a (1). Entretanto para as em andar intermédio, somente algumas soluções com áreas de envidraçados inferior a 40% da fachada em ambas as faces e sob a orientação Sul+Norte não apresentaram melhores resultados comparativamente com as soluções de referência; ou seja a razão entre estes foram superiores a (1), mesmo assim os resultados não diferiram mais de 5%-10% com relação as soluções de referência.

		V1 (andar intermédio)	V1 (andar cobertura)	V2 (andar intermédio)	V2 (andar cobertura)
Sul+Norte	Estore I (+Rph=0,8)	até 30%	até 20%	até 15%	até 10%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 45%	até 30%	até 20%	até 15%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 40%	até 30%	até 15%	até 10%
Oeste+Este	Estore I (+Rph=0,8)	até 40%	até 30%	até 30%	até 20%
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 60%	até 45%	até 40%	até 30%
	Estore III (+ Rph NocII)	até 50%	até 40%	até 35%	até 25%

Observações para soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada

Figura 1.132: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes opções de estores exteriores presentes na Matriz (comparativamente com soluções de referência), Modelo 2.

- Dentro das diferentes soluções presentes na Matriz nota-se que as opções de estores exteriores adoptadas para este trabalho apresentam-se ser mais eficazes para as soluções que apresentam palas de menores dimensões, ou mesmo quando estas não existem. Desta forma, demonstrando a importância de algum tipo de dispositivo de protecção independentemente do tamanho da pala horizontal. Sendo assim notório o efeito da introdução de um dispositivo destes sobre as soluções de referência, logo ao ter sido adoptado a opção EstoreI (solução em que o estore encontra-se aberto 70% das 10h as 23h no Verão e 70% das 10h as 20h no Inverno) decorreram melhoras sobre as soluções de referência (dependendo da localização e tipo de vidro) de: até 45% para soluções a Sul+Norte, até 60% para soluções Oeste+Este.

- Em termos de orientação, as opções de estores exteriores estudadas apresentaram ser mais eficazes principalmente para soluções sob a orientação Oeste+Este e depois para Sul+Norte, principalmente quando as soluções apresentam tipo de vidro V1.

- Para as soluções orientadas a Sul+Norte com área de envidraçados superior a 60% da fachada em pelo menos uma das fachadas, nota-se que ao se introduzir o elemento portada interior, como por exemplo a opção Estore I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 15%-30% (intermédio) e 10%-20% (cobertura), quando esta estratégia foi alterada para Estore II (fechado Dia e aberto Noite – Verão) verifica-se uma melhora de até 15% sob os resultados obtidos com estore I; e quando alterado para estoreIII verifica-se uma melhora de até 10% sob os resultados obtidos com estoreI; demonstrando assim determinada

importância da introdução de de um dispositivo de protecção, bem como a estratégia de evitar ganhos ao longo das horas de Sol no Verão.

- Para as soluções orientadas a Oeste+Este com área de envidraçados superior a 60% da fachada em pelo menos uma das fachadas, nota-se que ao se introduzir o elemento portada interior, como por exemplo a opção Estore I (aberto Dia e fechado Noite – Verão) houve uma melhora nos resultados de até 30%-40% (intermédio) e 20%-30% (cobertura), quando esta estratégia foi alterada para Estore II (fechado Dia e aberto Noite – Verão) verifica-se uma melhora de até 10%-20% sob os resultados obtidos com estore I; e quando alterado para estoreIII verifica-se uma melhora de até 5%-10% sob os resultados obtidos com estoreI; demonstrando assim determinada importância da introdução de de um dispositivo de protecção, bem como a estratégia de evitar ganhos ao longo das horas de Sol no Verão.

- Para a maior parte das soluções (independentemente da orientação), não se verifica uma melhora expressiva da adopção do Estore III sobre as soluções com Estore II (resultados com estoreII até 5%-10% melhores que com estoreIII), isto provavelmente por: estratégia III não apresentar o estore 100% fechado nas primeiras horas do Dia na estação quente (está 30% aberto), e sendo que durante a noite o estar 30% aberto não apresenta tanta influência quanto a estratégia de ventilação nocturna definida (sendo mais importante de facto as taxas de ventilação para o período nocturno ao longo da estação quente).

- Nota-se de modo geral (principalmente para as soluções com áreas de envidraçados superiores a 60% a área das fachadas em pelo menos umas das faces expostas), que ao se introduzir uma solução de estore, como por exemplo estore I, houve melhoras de até 30%-40% (dependendo da orientação, localização e tipo de vidro da solução); ou seja mesmo introduzindo um estore exterior com uma estratégia onde se apresenta aberto de Dia e fechado de Noite (no Verão) foi possível verificar melhoras nos resultados comparativamente com as soluções de referência. Entretanto ao mudar de estratégia (estore II e III – fechado de Dia e aberto Noite) houve uma melhora sobre os resultados com EstoreI de aproximadamente +15%-20% (quando com V1) e de +5%-10% (quando com V2). Desta forma, tão importante quanto a estratégia (horas estore aberto ou fechado) é a introdução de um dispositivo de protecção.

- Lembrando que a estratégia Estore I, mantém estore 100% fechado de Noite até as 10h e a partir das 10h <u>abre 70%</u> até as 23h; a estratégia estore II também mantém 100% fechado das 24h até as 10h e a partir das 10h <u>abre 30%</u> até as 20h; a estratégia estore III <u>mantém 70% fechado</u> das 24h até as 10h; ou seja, para soluções nas diversas orientações, mas principalmente para as soluções que apresentam compartimentos com face exposta a Este pode fazer diferença o estore estar totalmente fechado/para baixo nas primeiras horas de Sol (dos Dias de Verão), explicando desta forma a obtenção de melhores resultados com estore II do que com estore III.

- Isto também pode ser confirmado quando percebe-se através dos gráficos maior influência dos Estores I e II (fechado 100% até 10h Verão – evitando incidência da radiação solar nas primeiras horas de Sol nas soluções com fachada a Este exposta) sobre as soluções a Este do que sobre as soluções a Sul, ou seja mais eficaz para soluções a Este. Em contra partida quando adoptado Estore III (pelo menos 30% do estore sempre aberto durante 24h no Verão) já verifica-se maior influência deste sobre as soluções a Sul do que a Este, ou seja mais eficaz para soluções a Sul do que para Este (não tão eficaz quanto o impedimento da incidência da radiação nas primeiras horas de Sol para soluções com orientação Este).

4.4.7 Influência – Isolamento Térmico na Envolvente Exterior

- No caso da verificação da influência dos graus de isolamento térmico na envolvente (Matriz): todas as soluções da Matriz que apresentam grau de isolamento térmico de 30mm (com massa térmica II) foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as soluções com isolamento térmico 60mm e 100mm (de massa térmica II) com as soluções de 30mm de isolamento (de massa térmica II), ou seja: Isol 60mm / isol 30mm; isol 100mm/ isol 30mm.

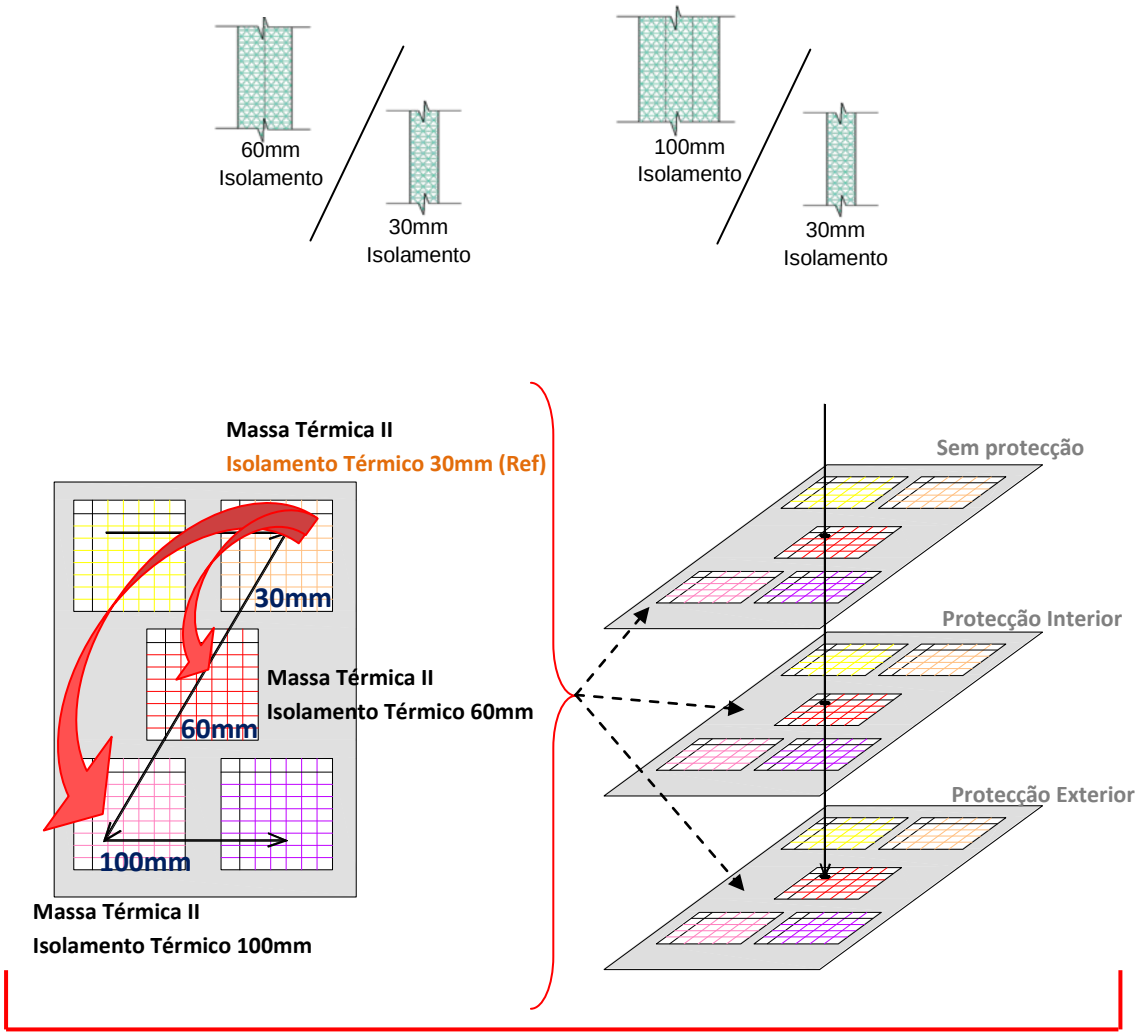


Figura 4.133: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência isolamento térmico na envolvente exterior.

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções com isolamento térmico de 60mm e de 100mm proporcionam melhores resultados que as soluções com 30mm; e quando os valores são superiores a 1 significa que com 30mm de isolamento proporciona melhores resultados que as demais soluções de isolamento térmico propostas.

Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

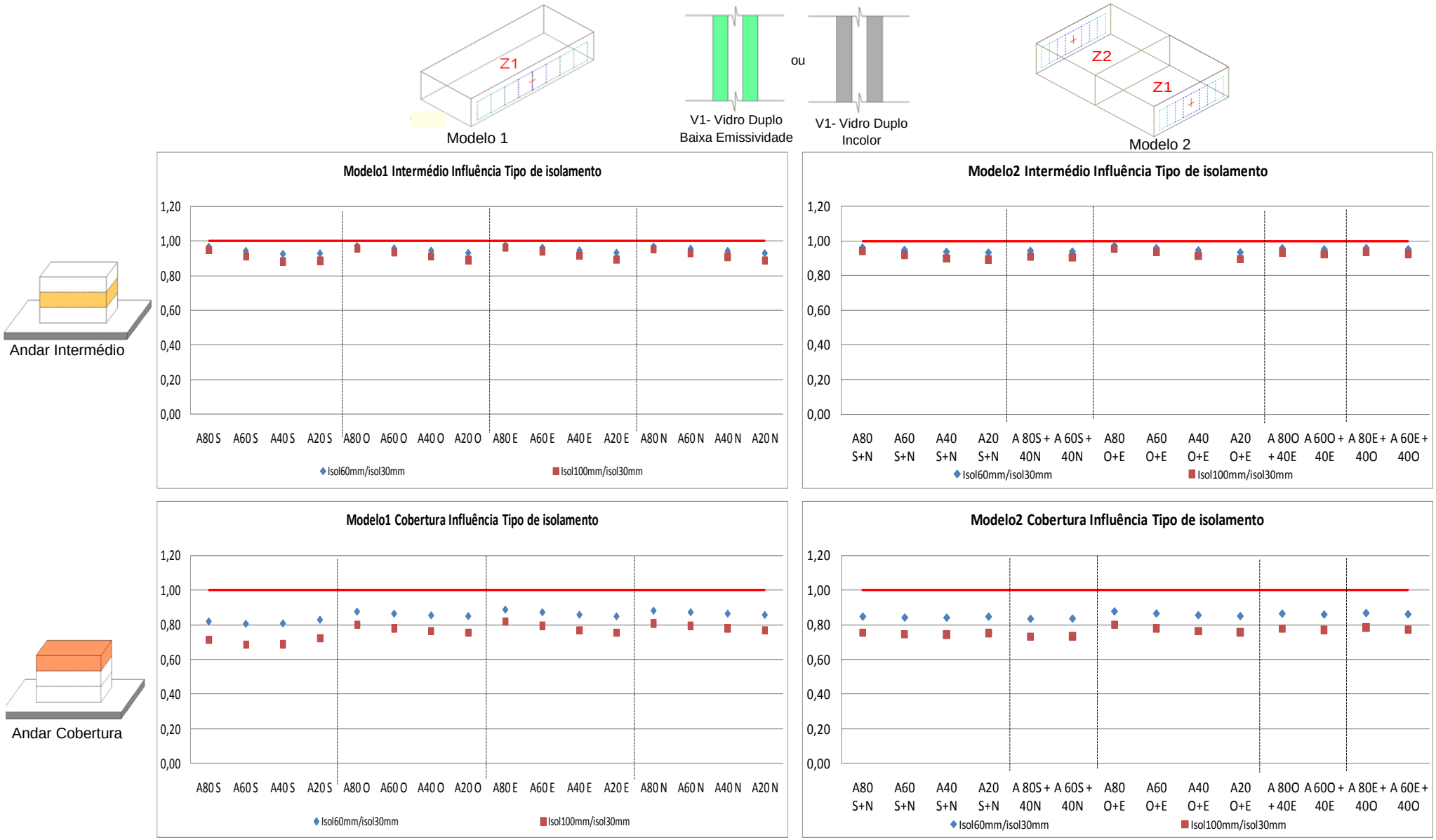
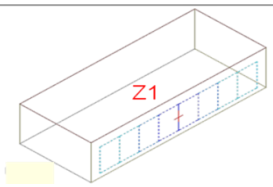


Figura 4.134: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência isolamento térmico na envolvente exterior.

4.4.7.1 Análise Influência Grau de Isolamento (Matriz)



Modelo1:

- Para as diferentes soluções da Matriz nota-se a influência do aumento do grau de isolamento sobre os resultados obtidos, de forma a estes apresentarem uma melhora (em termos gerais) de:

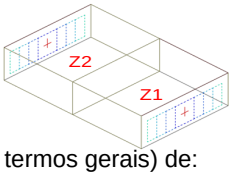
		V1 ou V2 (andar intermédio)	V1 ou V2 (andar cobertura)
Sul, Oeste, Este, Norte	60mm/30mm	até 10%	até 20%
	100mm/30mm	até15%	até 30%

Figura 1.135: Resumo influência (sobre as soluções) dos diferentes graus de isolamento (envolvente opaca exterior) adoptados na Matriz, Modelo 1.

- Para as soluções orientadas a Este, Oeste e Norte; os valores apresentados na figura anterior são cerca de 5% a menos do que os apontados na mesma. Para as soluções em andar intermédio (seja com V1 ou com V2) nota-se que os resultado diferirem em 2%-.5% entre soluções com 60mm e 100mm; portanto para estas soluções não se justifica investir no aumento do grau de isolamento para a obtenção de melhores resultados.

- Ao se adoptar soluções com maior área de envidraçado, menor será a área de envolvente exterior (menor área de fachada), portanto menor será a influência do grau de isolamento sobre os resultados. Esta situação fica mais evidente nas soluções em andar intermédio do que nas localizadas em andar cobertura; isto devido a relação de proporção entre a área envidraçada com a área de envolvente exterior (andar cobertura a área da envolvente exterior é superior a área de uma mesma solução em andar intermédio, o que acaba por diluir esta constatação efectuada para as soluções em andar intermédio).

- Entretanto para as soluções em andar de cobertura (seja com V1 ou V2), já se verifica uma maior influência do aumento do grau de isolamento sobre os resultados obtidos, do que para as mesmas em andar intermédio. Nota-se desta forma que quanto maior a área de envolvente exterior das fracções, maior é a influência do grau de isolamento sobre os resultados.



Modelo2:

- Para as diferentes soluções da Matriz nota-se a influência do aumento do grau de isolamento sobre os resultados obtidos, de forma a estes apresentarem uma melhora (em termos gerais) de:

		V1 ou V2 (andar intermédio)	V1 ou V2 (andar cobertura)
Sul+Norte, Oeste+Este	60mm/30mm	até 5%	até 15%
	100mm/30mm	até10%	até 25%

Figura 1.136: Resumo influência (sobre as soluções) dos diferentes graus de isolamento (envolvente opaca exterior) adoptados na Matriz, Modelo 2.

- Para as soluções em andar intermédio (seja com V1 ou com V2) nota-se que os resultados diferem (em média) em 2%-5% (sempre inferiores a 10%) entre soluções com 60mm e 100mm; portanto para estas soluções não se justifica investir no aumento do grau de isolamento para a obtenção de melhores resultados.

- Ao se adoptar soluções com maior área de envidraçado, menor será a área de envolvente exterior (menor área de fachada), portanto menor será a influência do grau de isolamento sobre os resultados. Esta situação fica mais evidente nas soluções em andar intermédio do que nas localizadas em andar cobertura; isto devido a relação de proporção entre a área envidraçada com a área de envolvente exterior (andar cobertura a área da envolvente exterior é superior a área de uma mesma solução em andar intermédio, o que acaba por diluir esta constatação efectuada para as soluções em andar intermédio).

- Entretanto para as soluções em andar de cobertura (seja com V1 ou V2), já se verifica uma maior influência do aumento do grau de isolamento sobre os resultados obtidos, do que para as mesmas em andar intermédio. Nota-se melhoras de até 25% sobre as soluções de referência ao aumentar o grau de isolamento, bem como uma diferença de 10% (de modo geral) entre os valores indicados nos gráficos para as soluções com 60mm e das soluções com 100mm. Nota-se desta forma que quanto maior a área de envolvente exterior das fracções, maior é a influência do grau de isolamento sobre os resultados, estando assim este parâmetro relacionado directamente com o factor de forma, bem como a proporção de envolvente opaca e não opaca.

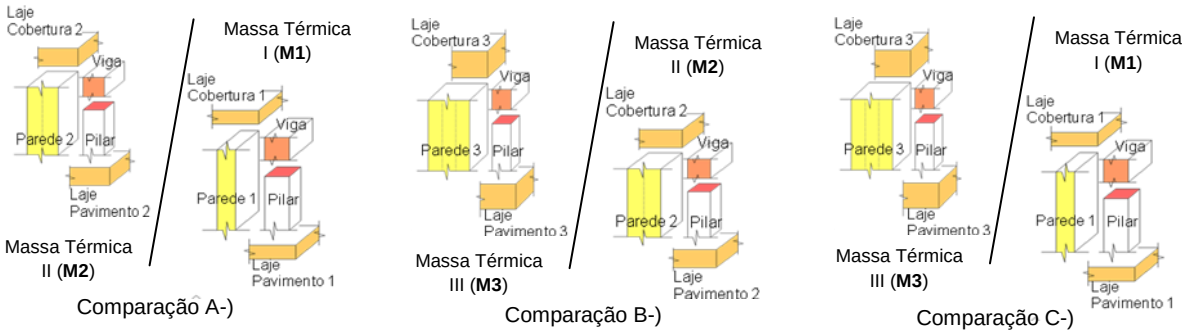
4.4.8 Influência – Massa Térmica

- No caso da verificação da influência dos tipos de massa térmica (Matriz):

A-) Todas as soluções da Matriz que apresentam massa térmica I (ver descrição massa térmica I, II e III Secção 4.2) foram tomadas como referência, isto quando comparadas com soluções de massa térmica II; de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Foi efectuada a razão entre as soluções com massa térmica II e as soluções com massa térmica I, ou seja: massa térmica II/ massa térmica I.

B-) Todas as soluções da Matriz que apresentam massa térmica II foram tomadas como referência, isto quando comparadas com soluções de massa térmica III; de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1. Foi efectuada a razão entre as soluções com massa térmica III e as soluções com massa térmica II, ou seja: massa térmica III/ massa térmica II.

C-) Ao ter sido estabelecido comparações Mint II/Mint I e Mint III/Mint II; obteve-se também Mint III/Mint I.



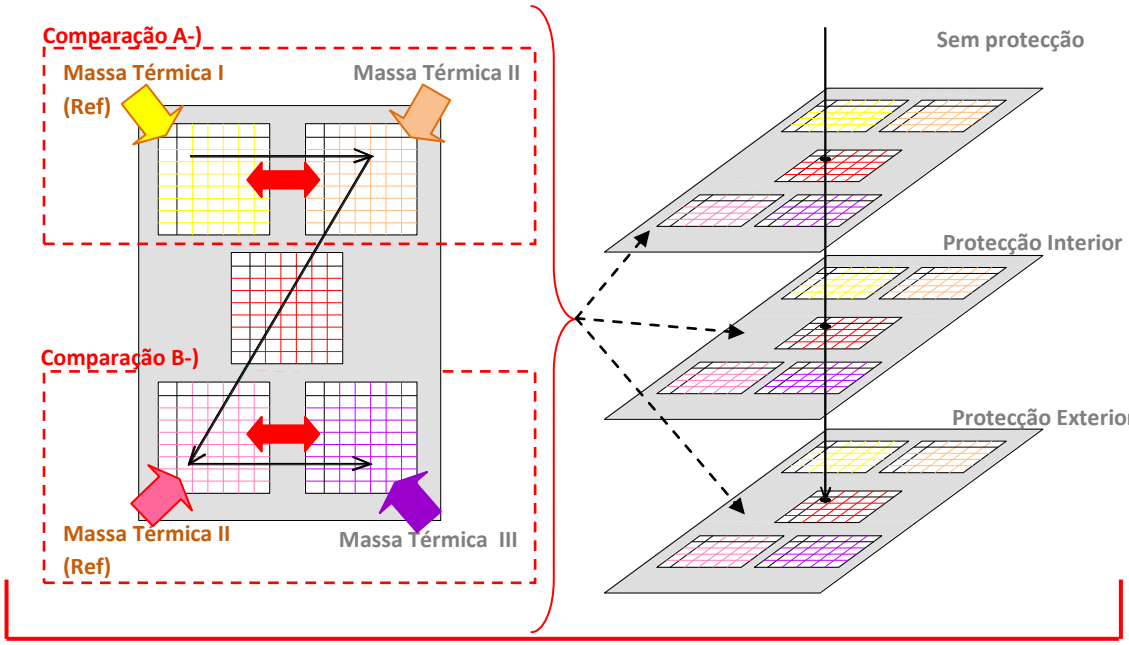


Figura 4.137: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência da massa térmica.

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as demais soluções proporcionam melhores resultados que as soluções de referência; e quando os valores são superiores a 1 significa que as soluções de referência proporcionam melhores resultados que as demais soluções. Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

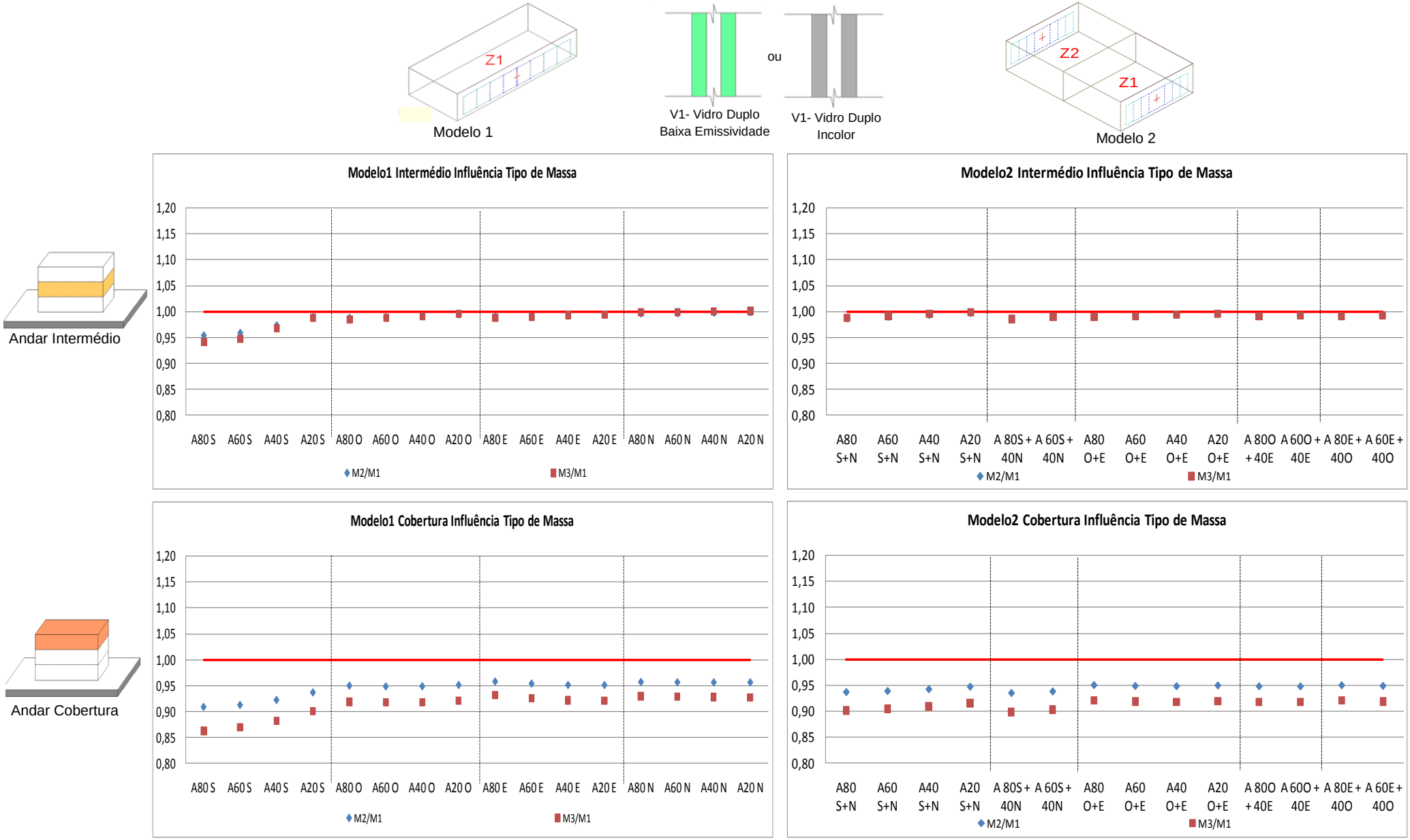
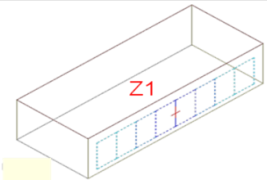


Figura 4.138: Gráficos Modelos 1 e 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência massa térmica.

4.4.8.1 Análise Influência da Massa Térmica (Matriz)



Modelo1:

- Para as diferentes soluções da Matriz nota-se a influência do aumento da massa térmica sobre os resultados obtidos, de forma a estes apresentarem uma melhora (em termos gerais) de:

		V1 ou V2 (andar intermédio)	V1 ou V2 (andar cobertura)
Sul, Oeste, Este, Norte	M2/M1	até 5%	até 10%
	M3/M1	até 5%	até 15%

Figura 1.139: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes massas térmicas (envolvente opaca exterior) adoptadas na Matriz, Modelo 1.

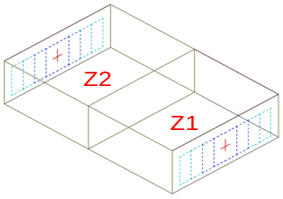
- Para as soluções com orientações Este, Oeste e Norte; os valores apresentados na figura anterior são cerca de 5% a menos do que os apontados na mesma.

- Nota-se uma maior influência da massa térmica principalmente sobre as soluções orientadas a Sul, entretanto esta melhora não ultrapassou os 5% para soluções em andar intermédio e 15% em andar cobertura.

- Nota-se que são as soluções orientadas a Sul com grandes áreas de envidraçados a apresentarem melhores resultados a medida que se aumenta a massa térmica, sendo assim observado uma maior influência da massa sobre estas soluções (demonstrando alguma importância principalmente para as soluções em andar cobertura).

- Para as demais soluções com orientação Oeste, Este e Norte, quando em andar intermédio, quase não se nota diferença entre resultados para as mesmas soluções com diferentes massas térmicas (valores das razões M2/M1 e M3/M1 próximas do valor 1). Entretanto quando em andar de cobertura verifica-se melhoras da ordem dos 5% com M2 e melhoras 8% com M3.

Modelo2:



- Para as diferentes soluções da Matriz nota-se a influência do aumento da massa térmica sobre os resultados obtidos, de forma a estes apresentarem uma melhora (em termos gerais) de:

		V1 ou V2 (andar intermédio)	V1 ou V2 (andar cobertura)
Sul+Norte, Oeste+Este	M2/M1	até 2%	até 5%
	M3/M1	até 2%	até 10%

Figura 1.140: Resumo influência (sobre as soluções) das diferentes massas térmicas (envolvente opaca exterior) adoptados na Matriz, Modelo 2.

- Para as soluções da Matriz, independentemente da orientação da área de envidraçado e tipo de vidro, quando em andar intermédio, quase não se nota diferença entre resultados para as mesmas soluções com diferentes massas térmicas (valores das razões M2/M1 e M3/M1 próximas do valor 1). Entretanto quando em andar de cobertura verifica-se melhoras da ordem dos 5% com M2 e melhoras de 10% com M3, sobre as soluções de referência.

- Apesar dos valores indicados nos gráficos praticamente não diferirem para as mesmas soluções com diferentes orientações e áreas de envidraçados, nota-se que são as soluções com grandes áreas de envidraçado a apresentarem melhores resultados a medida que se aumenta a massa térmica, sendo assim observado uma maior influência da massa sobre estas soluções (demonstrando alguma importância principalmente para as soluções em andar cobertura).

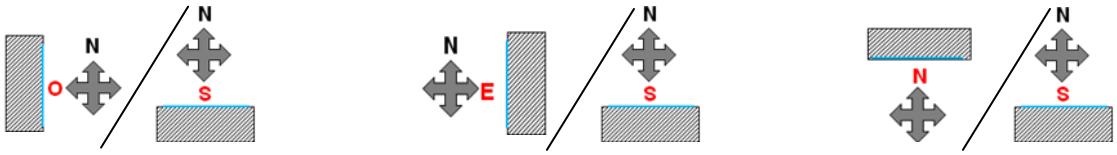
- Ao compararmos os valores presentes nos gráficos do Modelos1 e do Modelo2, verifica-se que os resultados são muito semelhantes para as diferentes soluções em ambos os modelos com diferentes massas térmicas, sendo somente excepção as soluções pertencentes ao Modelo1 com orientação Sul.

4.4.9 Influência – Orientação

- No caso da verificação da influência orientação (Matriz):

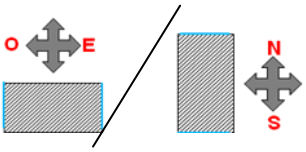
A-) Para o Modelo 1 (1 face exposta), em andar intermédio ou cobertura: todas as soluções da Matriz que apresentam a fachada exposta a Sul foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as soluções com face exterior orientada a Oeste, Este e Norte com as soluções de face exterior orientada a Sul, ou seja soluções a: Oeste/Sul; Este/Sul e Norte/Sul (com diferentes áreas de envidraçados na face exposta – área de envidraçado 20%, 40%, 60% e 80% da fachada).



B-) Para o Modelo 2 (2 faces expostas), em andar intermédio ou cobertura: todas as soluções da Matriz que apresentam a uma fachada exposta a Sul e a outra a Norte (Sul + Norte) foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as soluções com faces exteriores orientadas a Oeste-Este, com as soluções de faces exteriores orientadas a Sul-Norte, ou seja soluções a: Oeste+Este/Sul+Norte (com diferentes áreas de envidraçados nas faces expostas – área de envidraçado 20%, 40%, 60% e 80% da fachada).



			Area Envidraçado 80%				Area Envidraçado 60%				Area Envidraçado 40%				Area Envidraçado 20%			
			S	O	E	N	S	O	E	N	S	O	E	N	S	O	E	N
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
		V2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
	Rph Nocturna I	V1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
		V2	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
	Rph Nocturna II	V1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
		V2	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
	Rph=0.8	V1	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16
		V2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16

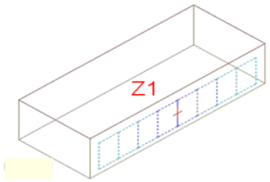
Comparação Soluções (Horizontal)

			Ref				Ref				Ref				Ref			
			Area Envidraçado 80%				Area Envidraçado 60%				Area Envidraçado 40%				Area Envidraçado 20%			
			S	O	E	N	S	O	E	N	S	O	E	N	S	O	E	N
Sem Palas	Rph=0.8	V1	A1/A1	A2/A1	A3/A1	A4/A1	A5/A5	A6/A5	A7/A5	A8/A5	A9/A9	A10/A9	A11/A9	A12/A9	A13/A13	A14/A13	A15/A13	A16/A13
		V2	B1/B1	B2/B1	B3/B1	B4/B1	B5/B5	B6/B5	B7/B5	B8/B5	B9/B9	B10/B9	B11/B9	B12/B9	B13/B13	B14/B13	B15/B13	B16/B13
	Rph Nocturna I	V1	C1/C1	C2/C1	C3/C1	C4/B1	C5/C5	C6/C5	C7/C5	C8/B5	C9/C9	C10/C9	C11/C9	C12/B9	C13/C13	C14/C13	C15/C13	C16/B13
		V2	D1/D1	D2/D1	D3/D1	D4/D1	D5/D5	D6/D5	D7/D5	D8/D5	D9/D9	D10/D9	D11/D9	D12/D9	D13/D13	D14/D13	D15/D13	D16/D13
	Rph Nocturna II	V1	E1/E1	E2/E1	E3/E1	E4/E1	E5/E5	E6/E5	E7/E5	E8/E5	E9/E9	E10/E9	E11/E9	E12/E9	E13/E13	E14/E13	E15/E13	E16/E13
		V2	F1/F1	F2/F1	F3/F1	F4/F1	F5/F5	F6/F5	F7/F5	F8/F5	F9/F9	F10/F9	F11/F9	F12/F9	F13/F13	F14/F13	F15/F13	F16/F13
	Rph=0.8	V1	G1/G1	G2/G1	G3/G1	G4/G1	G5/G5	G6/G5	G7/G5	G8/G5	G9/G9	G10/G9	G11/G9	G12/G9	G13/G13	G14/G13	G15/G13	G16/G13
		V2	H1/H1	H2/H1	H3/H1	H4/H1	H5/H5	H6/H5	H7/H5	H8/H5	H9/H9	H10/H9	H11/H9	H12/H9	H13/H13	H14/H13	H15/H13	H16/H13

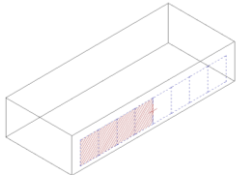
Figura 4.141: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência da orientação.

Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções com orientações Este, Oeste, Norte (Modelo1), e Oeste+Este (Modelo 2) proporcionam melhores resultados que as soluções de referência com orientação Sul ou Sul+Norte; e quando os valores são superiores a 1 significa que as soluções de referência proporcionam melhores resultados que as soluções sob as demais orientações. Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência dos parâmetros em questão em termos percentuais.

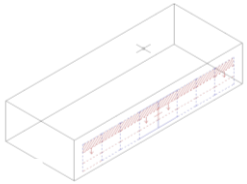
Influência Orientação – Modelo 1



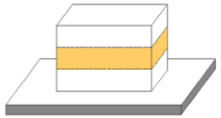
Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado



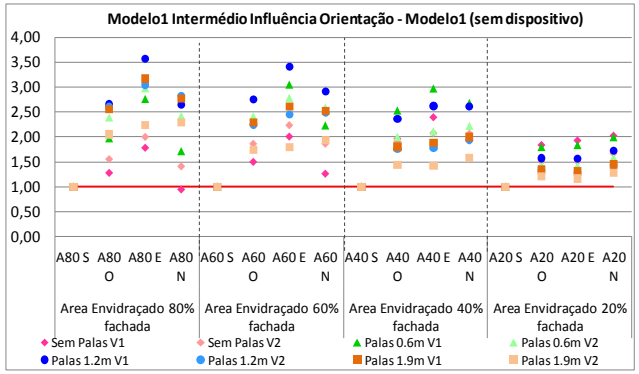
Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada

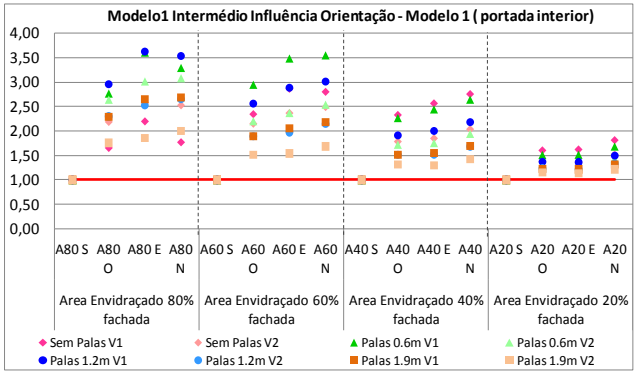


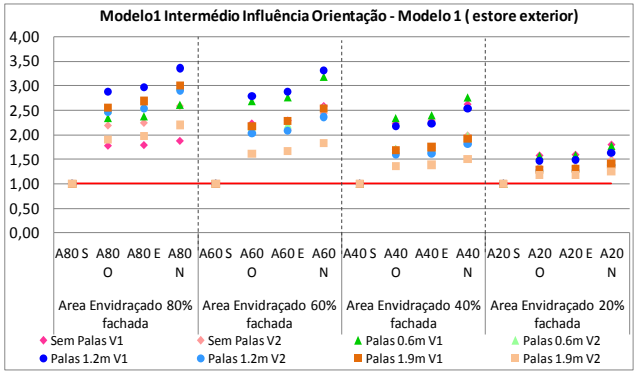
Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore

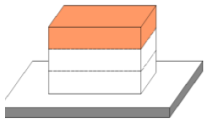


Andar Intermédio

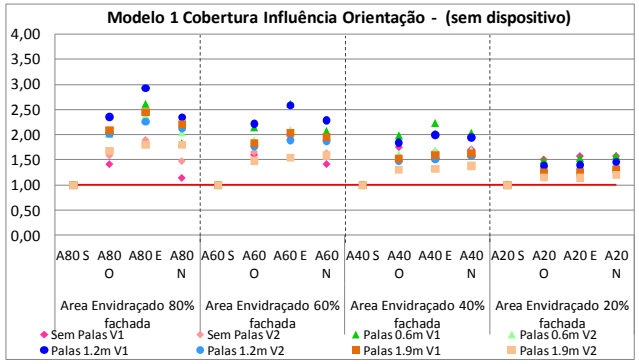


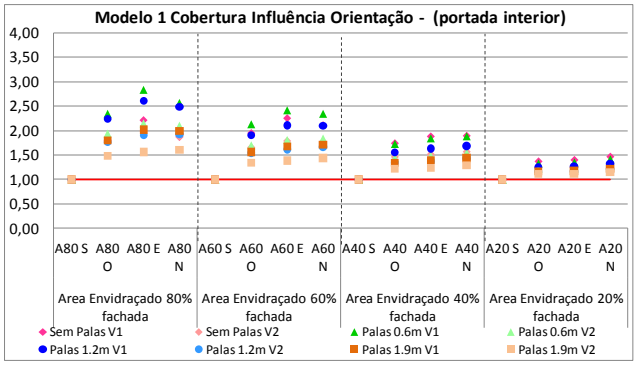






Andar Cobertura





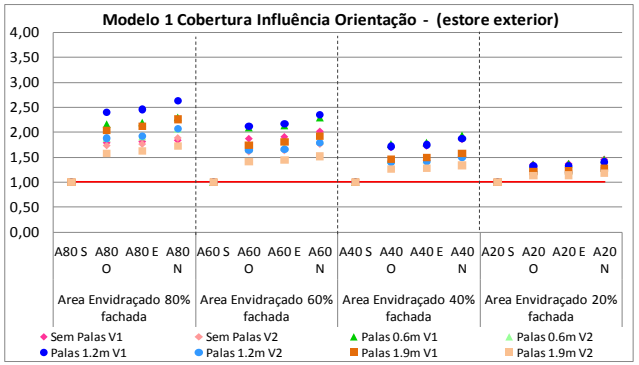
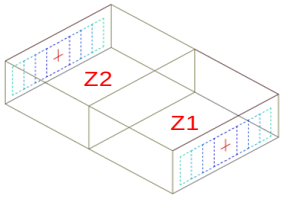
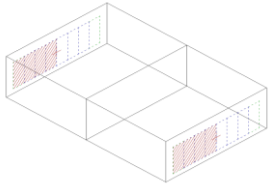


Figura 4.142: Gráficos Modelo 1 em Andar Intermédio e Cobertura, influência orientação solar.

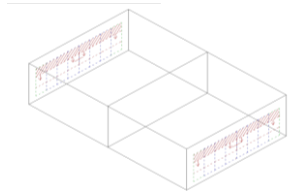
Influência Orientação – Modelo 2



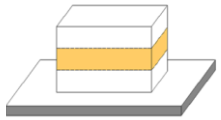
Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado



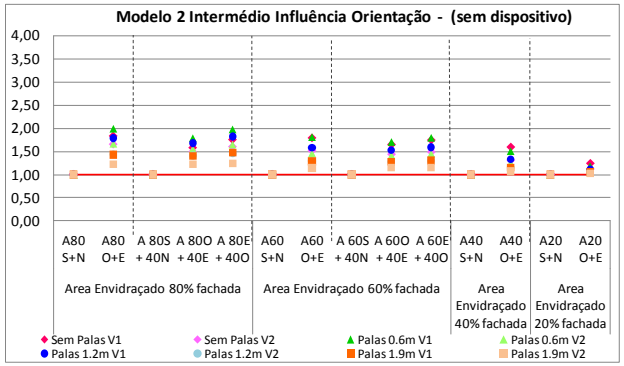
Com Dispositivos de Prote cção Interior – Portada

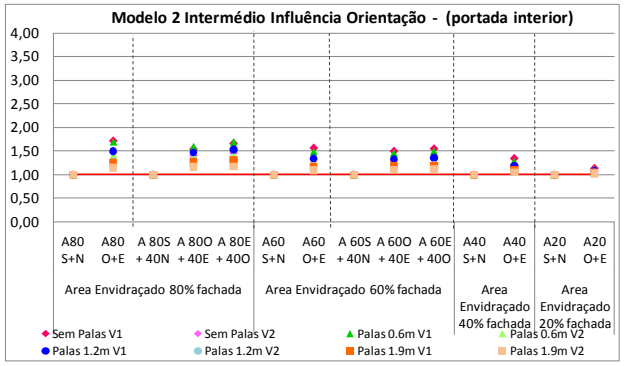


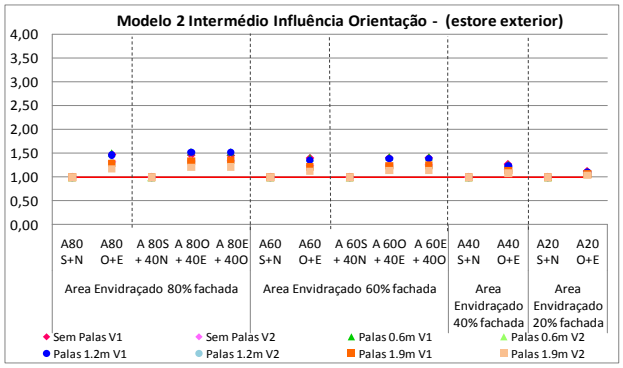
Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore

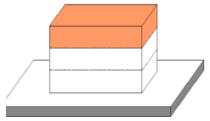


Andar Intermédio

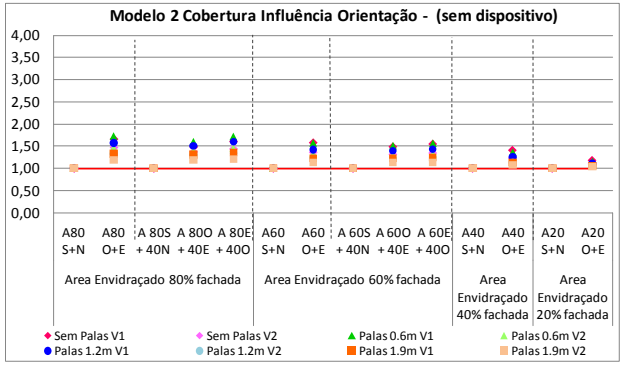


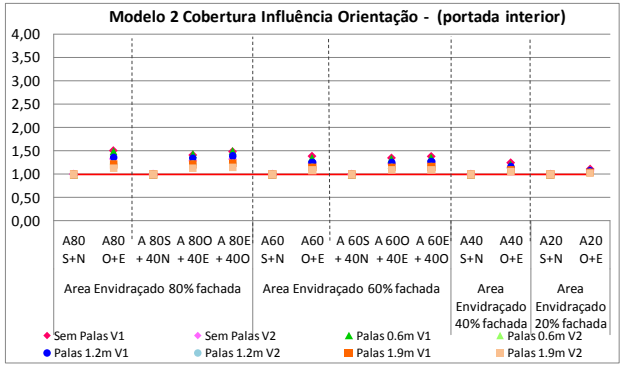






Andar Cobertura





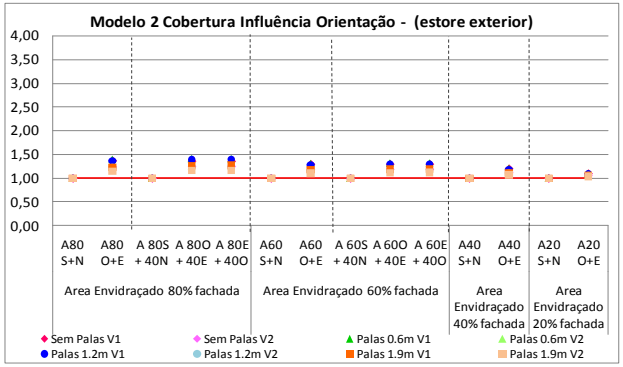


Figura 4.143: Gráficos Modelo 2 em Andar Intermédio e Cobertura, influência orientação solar.

4.4.10 Influência – Localização

- No caso da verificação da influência da localização (Andar intermédio ou Cobertura): todas as soluções da Matriz que apresentam-se em andar intermédio foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as soluções localizadas em andar cobertura e as soluções localizadas em andar intermédio, ou seja Cobertura/Intermédio, para ambos os modelos em questão (Modelo1 e 2).

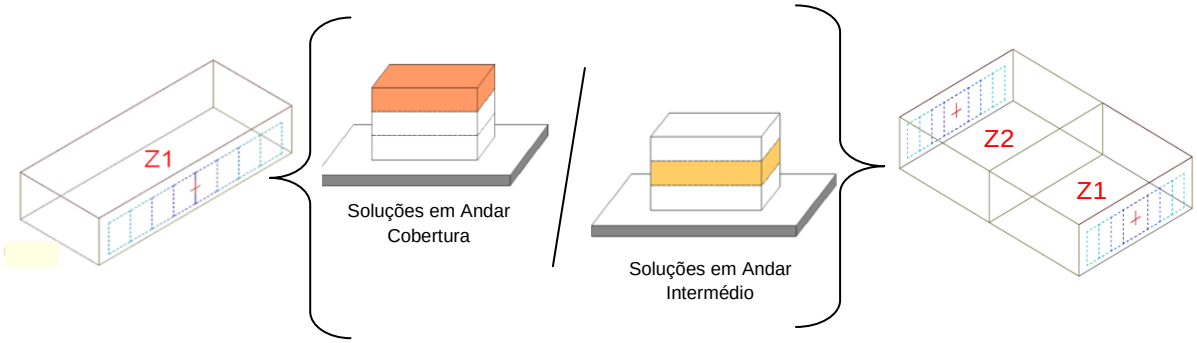
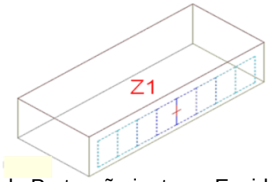


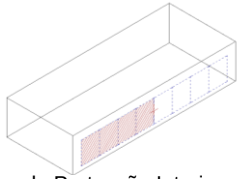
Figura 4.144: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência da localização no edifício.

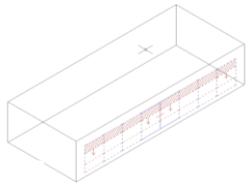
Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções localizadas na cobertura apresentam melhores resultados do que quando localizadas em andar intermédio; se os valores são superiores a 1 significa que quando estão localizadas em andar intermédio apresentam melhores resultados do que quando localizadas em andar cobertura.

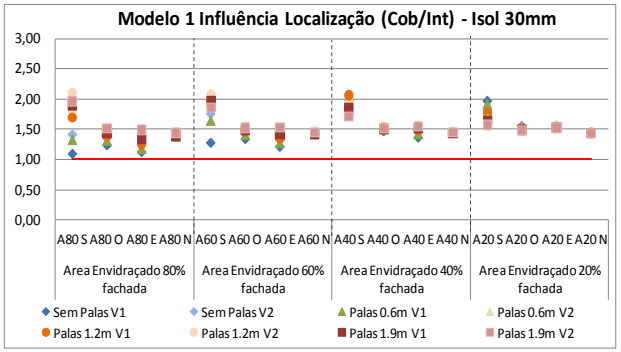
Os gráficos foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência do parâmetro em questão em termos percentuais.

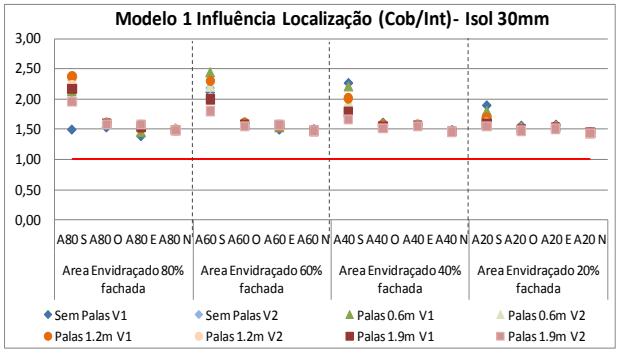
Observação: os valores indicados nos gráficos são valores médios (considerado a média para diferentes taxas de ventilação e respectivos dispositivos de protecção associados as diferentes taxas, e as diferentes massas térmicas presentes na Matriz deste estudo).

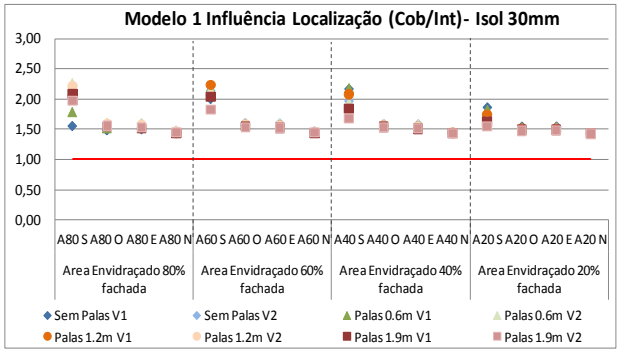


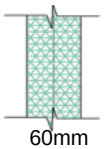


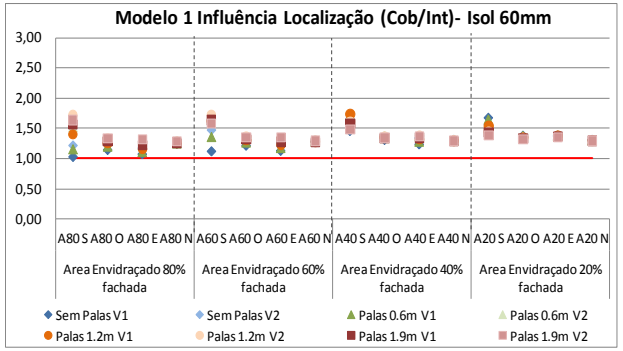


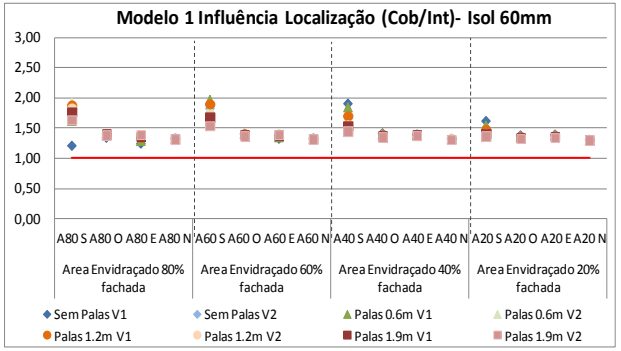


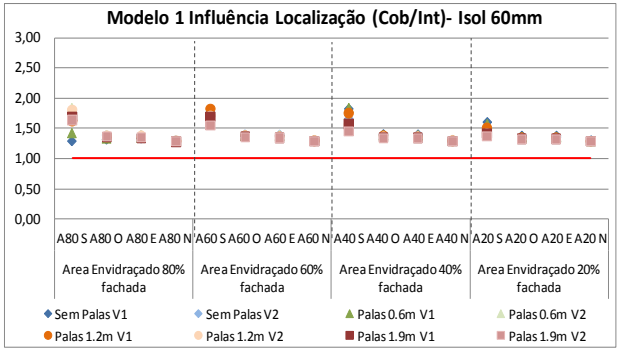


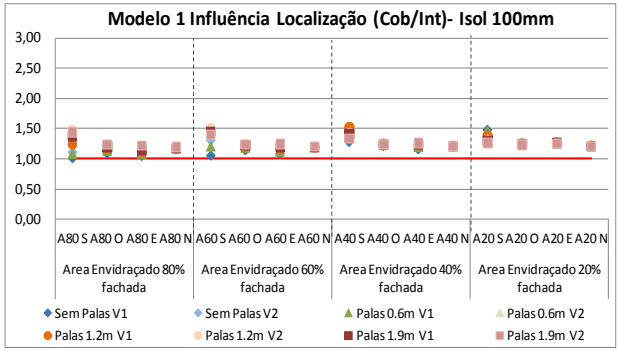


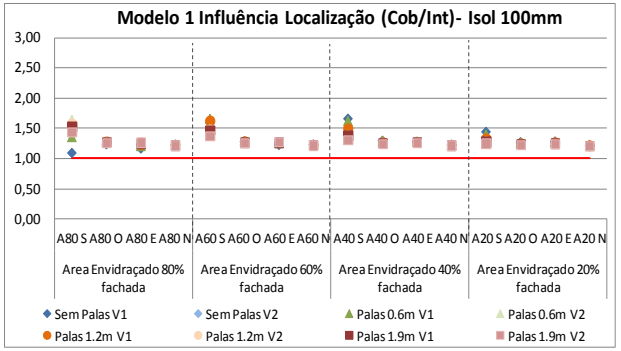


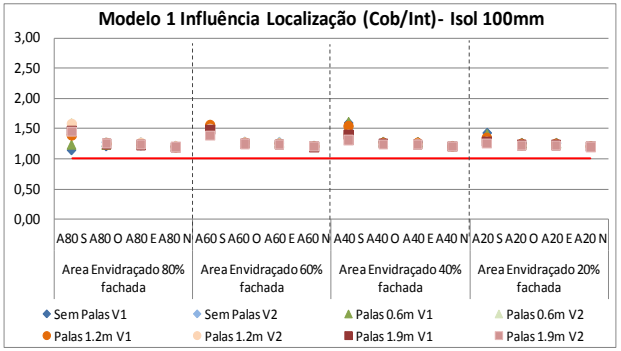












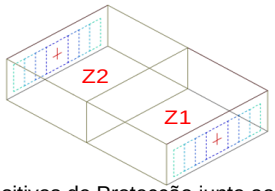
Modelo 1 Influência Localização (Cobertura/ Intermédio) – Vidro Duplo Incolor e Vidro Duplo de Baixa Emissividade

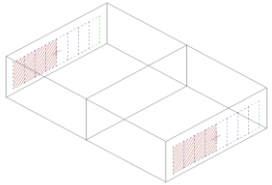
Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado

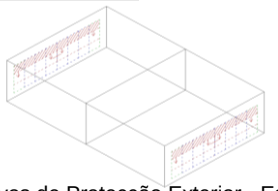
Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada

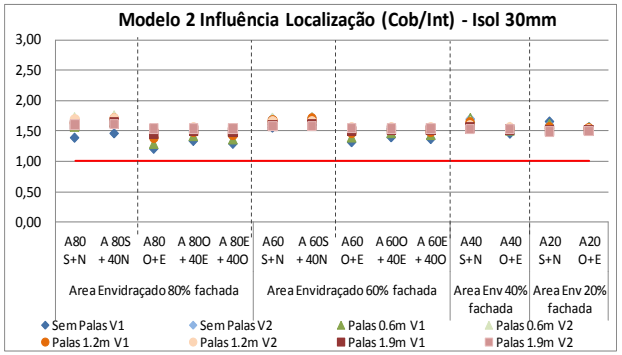
Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore

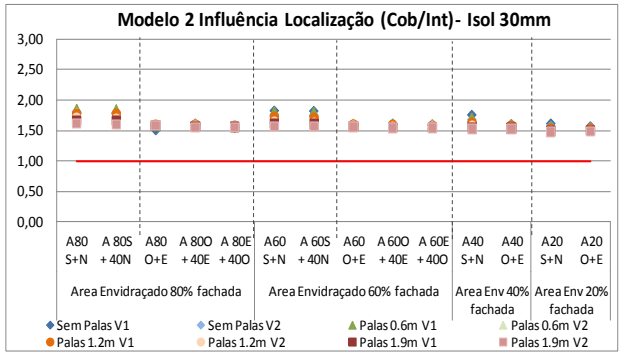
Figura 4.145: Gráficos Modelo 1, influência localização no edifício.

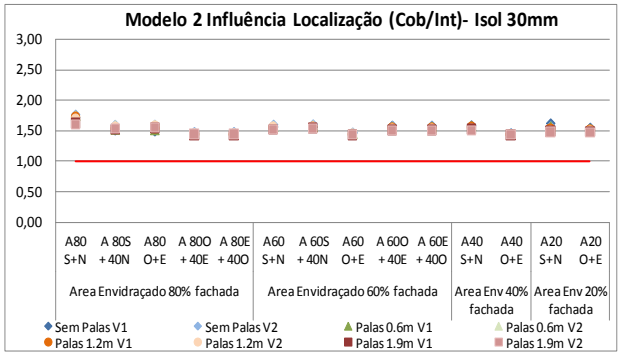


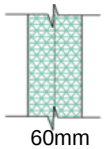


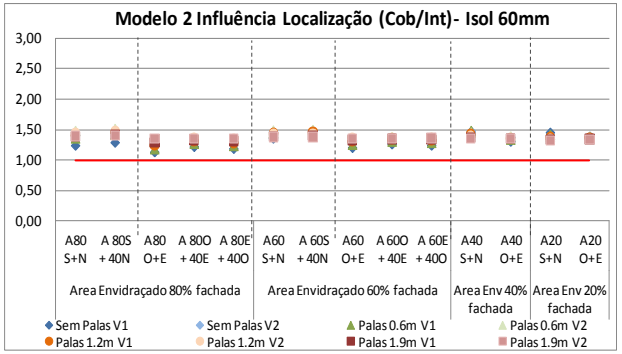


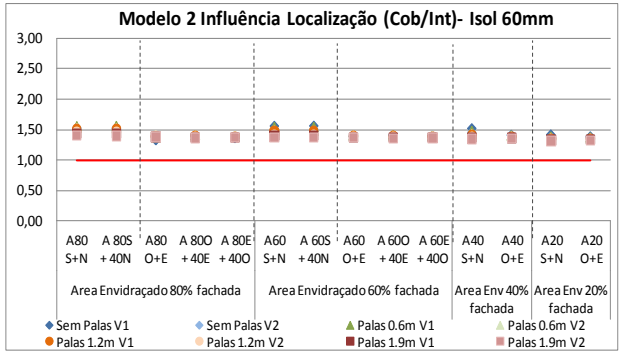


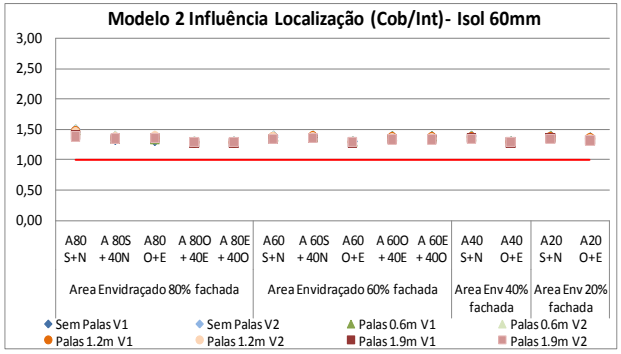


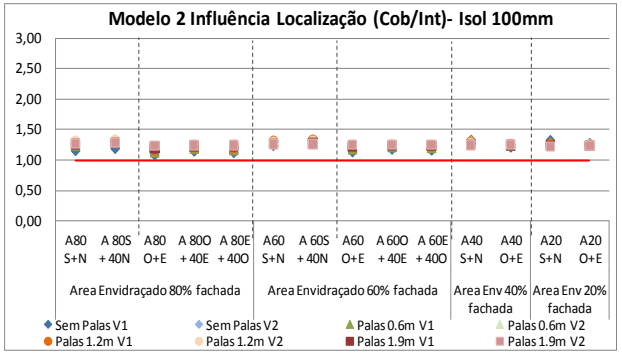


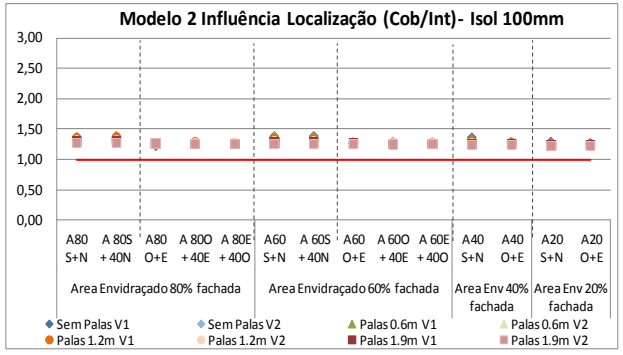


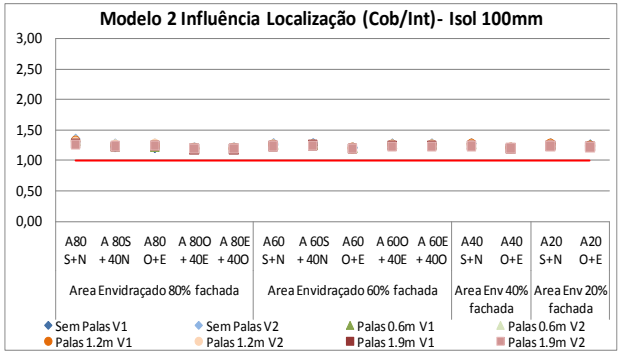












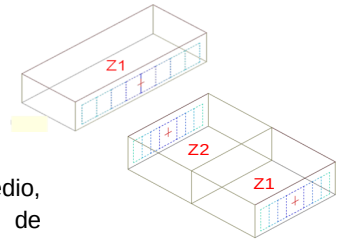
Modelo 2 Influência Localização (Cobertura/ Intermédio) – Vidro Duplo Incolor e Vidro Duplo de Baixa Emissividade

Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado

Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada

Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore

Figura 4.146: Gráficos Modelo 2, influência localização no edifício.



4.4.10.1 Análise Influência da Localização da Fracção no Edifício

Modelo 1 e Modelo 2:

- Todas as soluções da Matriz (Modelo1 e 2) localizadas em andar intermédio, apresentaram melhores resultados do que quando localizadas no andar de cobertura.

- Os resultados mais próximos entre as mesmas soluções localizadas em andar de cobertura e intermédio, decorreram quando estas não apresentam palas horizontais e qualquer dispositivo de protecção solar junto aos envidraçados, mas principalmente nas soluções com área de envidraçado superior a 60% da área da(s) fachada(s); sendo esta situação decorrente quanto maior for a espessura do isolamento térmico.

- Relativamente a espessura do isolamento, quanto maior esta for, menor é diferença de desempenho entre soluções semelhantes localizadas em andar cobertura e intermédio; desta forma confirmando a importância deste elemento principalmente em fracções localizadas em andar cobertura.

- Tendo em conta o Modelo1, são as soluções com orientação Este, Oeste e Norte a apresentarem desempenho mais próximos quando comparada sob localizações distintas no edifício, portanto verifica-se uma maior influência da localização sobre as soluções orientadas a Sul. Entretanto esta diferença de desempenho entre soluções com diferentes orientações, já não se verifica sobre as soluções correspondentes ao Modelo 2 (entre soluções S+N e O+E).

Isol.	Diferença entre Soluções em Andar Cobertura e Intermédio
30 mm	50%-140%
60 mm	30%-90%
100 mm	20%-50%

Figura 1.147: Resumo influência (sobre as soluções) da localização no edifício, Modelo 1 e Modelo 2.

4.4.11 Influência – Conjunto de Parâmetros

- No caso da verificação da influência Conjunto de Parâmetros (Matriz):

Para ambos os Modelos (Modelo 1 ou 2, seja em andar intermédio ou cobertura): todas as soluções da Matriz que apresentam V1 (vidro duplo incolor) sem qualquer dispositivo de protecção (palas, portadas, estores) associado a um Rph=0,8 (Verão e Inverno) foram tomadas como referência, de forma a serem representadas nos gráficos referentes a esta situação com o valor 1.

Foi efectuada a razão entre as demais soluções presentes no eixo Y da Matriz (o qual combina diferentes tipos de vidros, protecções e ventilação natural) com as soluções (V1+Rph=0,8+sem palas) sempre apresentadas na primeira linha de cada secção da Matriz.

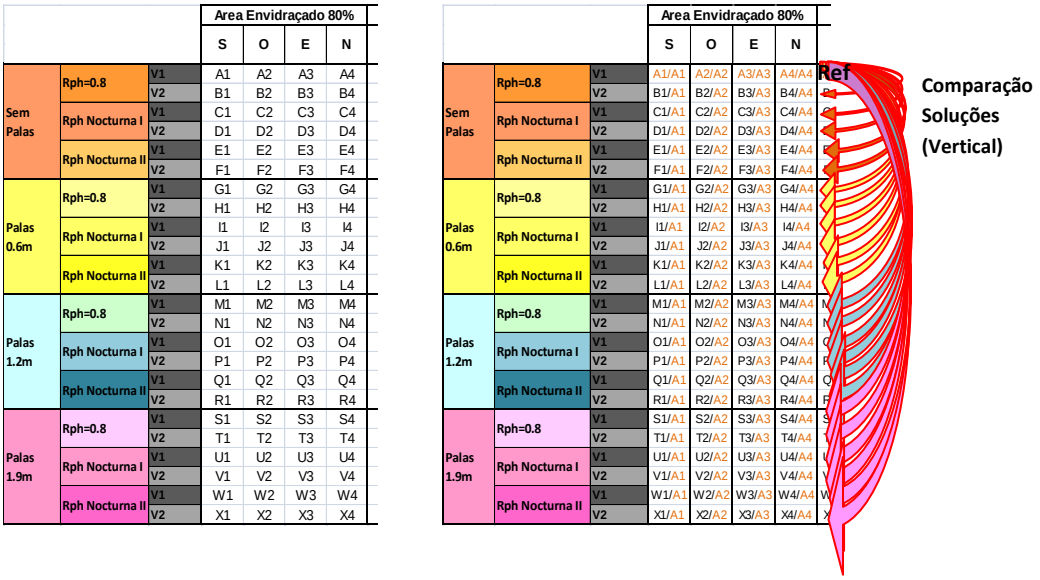
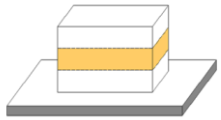


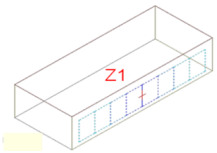
Figura 4.148: Esquema obtenção dos valores nos gráficos presentes na Análise de Sensibilidade, influência do conjunto de parâmetros adoptados na Matriz.

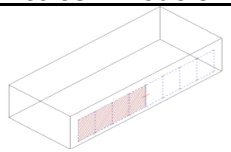
Desta forma, quando os valores indicados nos gráficos em questão são menores que 1, significa que as soluções em questão proporcionam melhores resultados que a solução de referência; e quando os valores são superiores a 1 significa que as soluções de referência (V1+Rph=0,8+sem palas) proporcionam melhores resultados que as demais.

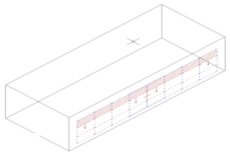
Os gráficos que se seguem foram concebidos por forma o leitor conseguir rapidamente perceber a influência do conjunto de parâmetros presentes neste estudo (Matriz), sendo possível observar a influência destes em termos percentuais.

Influência Conjunto Parâmetros – Modelo 1 Intermédio

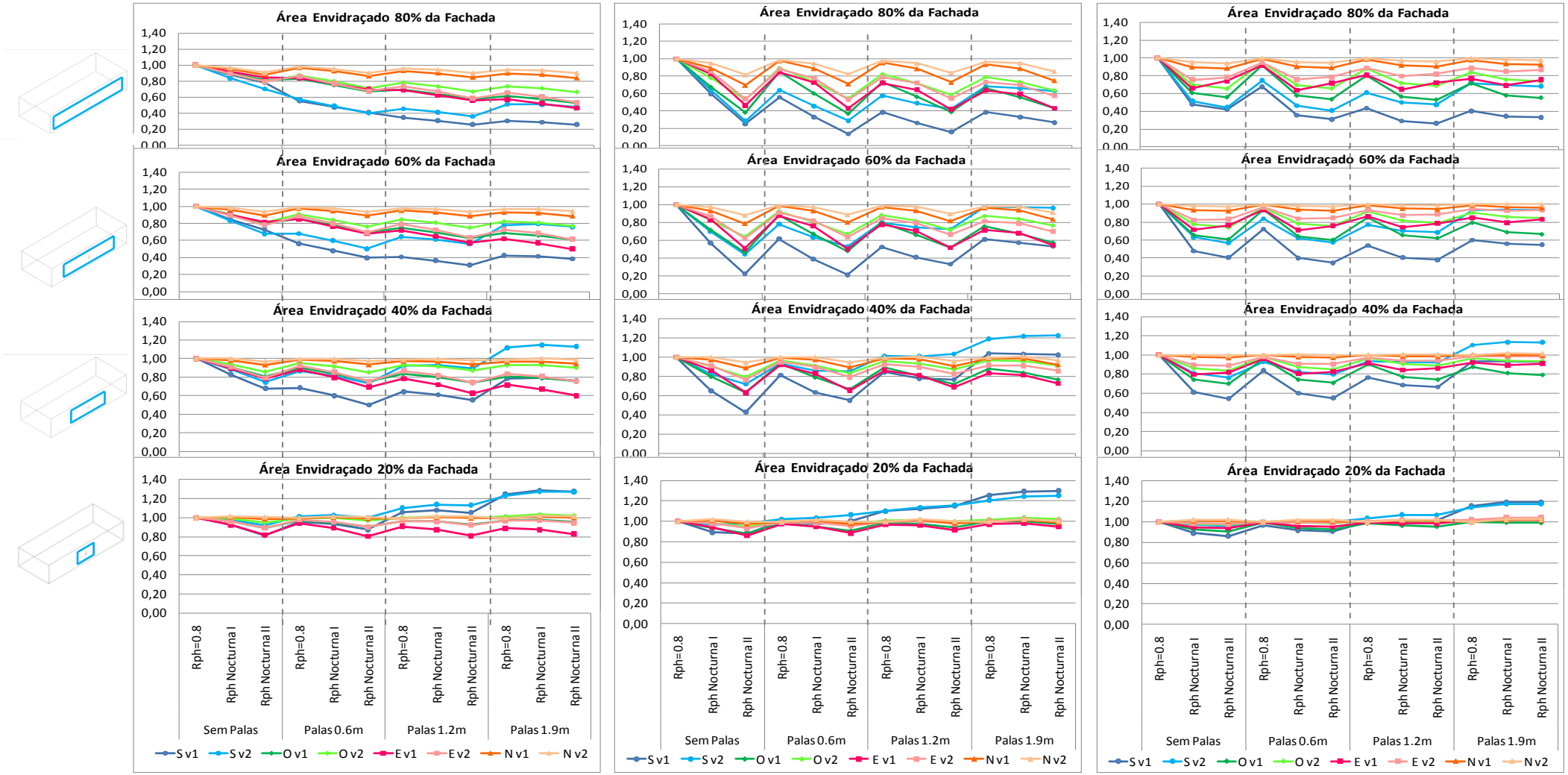








Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado | Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada | Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore



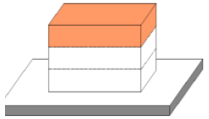
*Rph=0,8 associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada I (para grafs com portada interior); com estore I (para grafs com estore exterior)

** Rph Nocturno I associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada II (para grafs com portada interior); com estore II (para grafs com estore exterior)

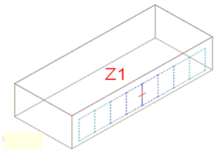
*** Rph Nocturno II associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada III (para grafs com portada interior); com estore III (para grafs com estore exterior)

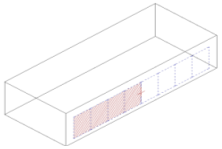
Figura 4.149: Gráficos Modelo 1 em Andar Intermédio, influência conjunto de parâmetros Matriz.

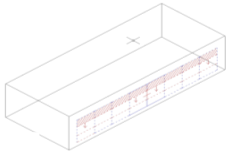
Influência Conjunto Parâmetros – Modelo 1 Cobertura



Andar Cobertura



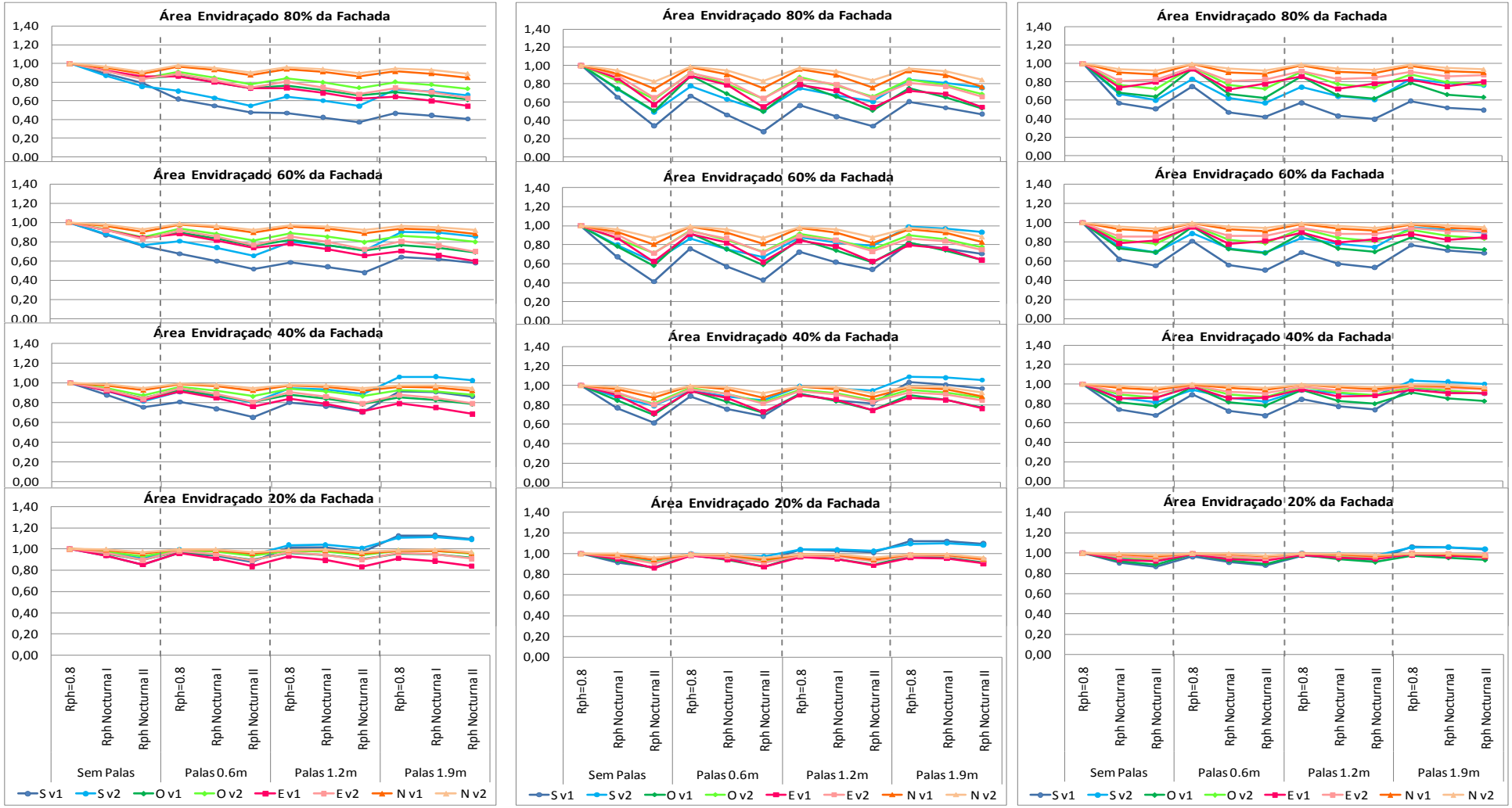




Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado

Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada

Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore



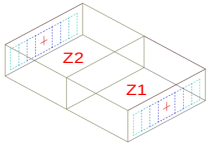
*Rph=0,8 associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada I (para grafs com portada interior); com estore I (para grafs com estore exterior)

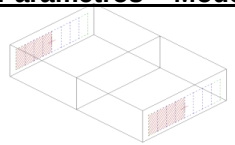
** Rph Nocturno I associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada II (para grafs com portada interior); com estore II (para grafs com estore exterior)

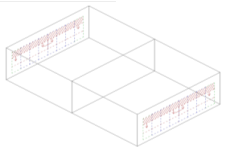
*** Rph Nocturno II associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada III (para grafs com portada interior); com estore III (para grafs com estore exterior)

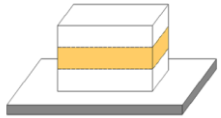
Figura 4.150: Gráficos Modelo 1 em Andar Cobertura, influência conjunto de parâmetros Matriz.

Influência Conjunto Parâmetros – Modelo 2 Intermédio



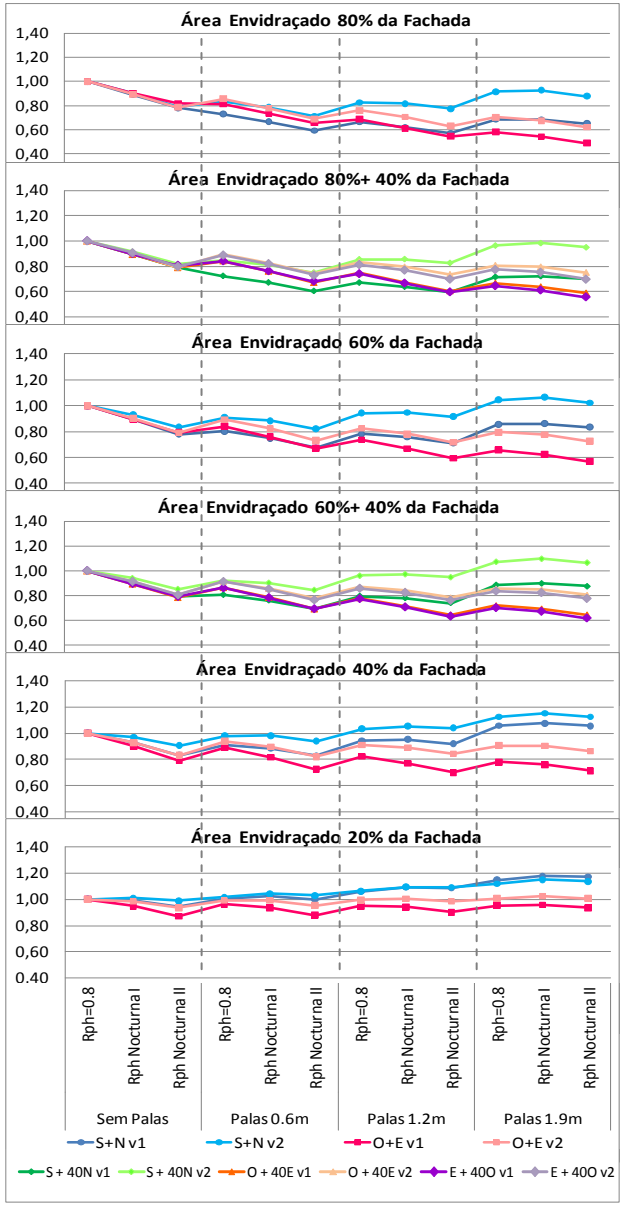




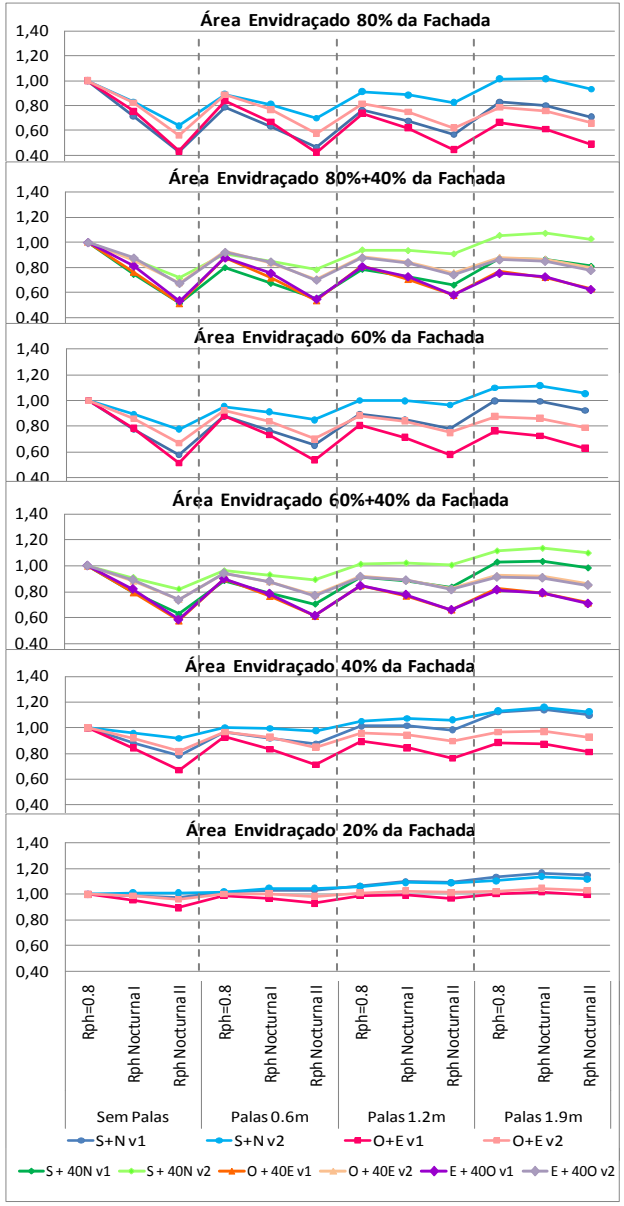


Andar Intermédio

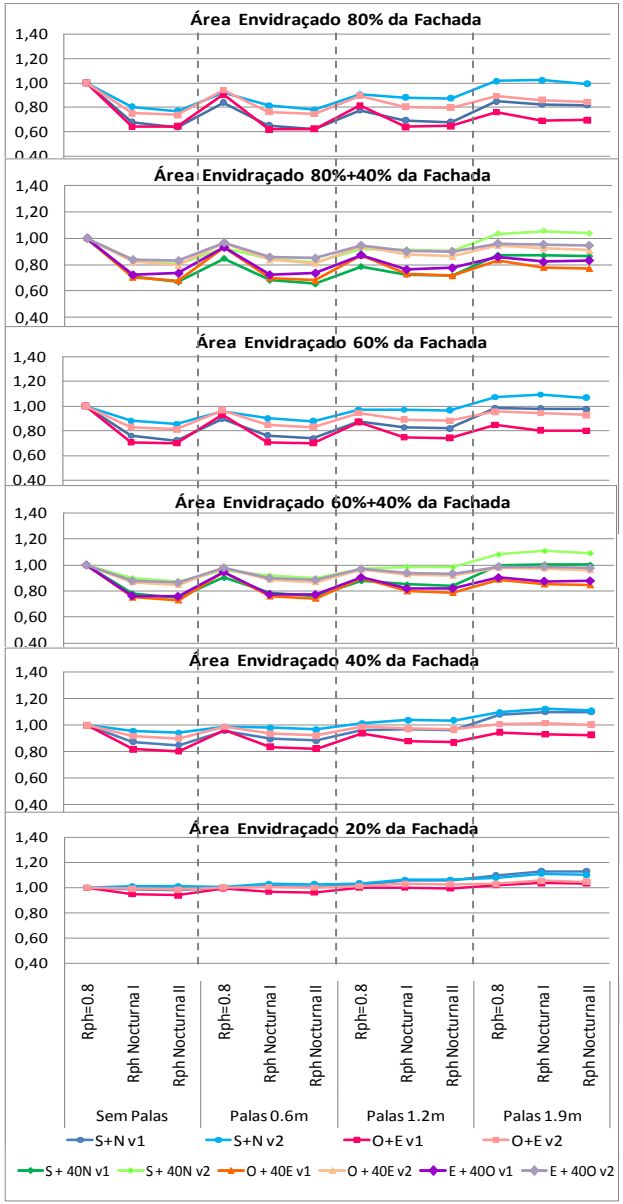
Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado



Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada



Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore

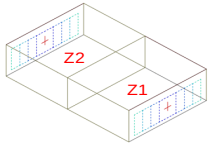


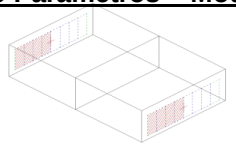
*Rph=0,8 associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada I (para grafs com portada interior); com estore I (para grafs com estore exterior)

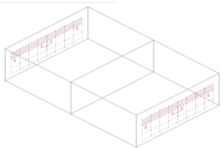
** Rph Nocturno I associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada II (para grafs com portada interior); com estore II (para grafs com estore exterior)

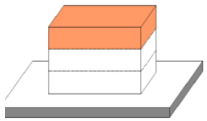
*** Rph Nocturno II associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada III (para grafs com portada interior); com estore III (para grafs com estore exterior)

Influência Conjunto Parâmetros – Modelo 2 Cobertura







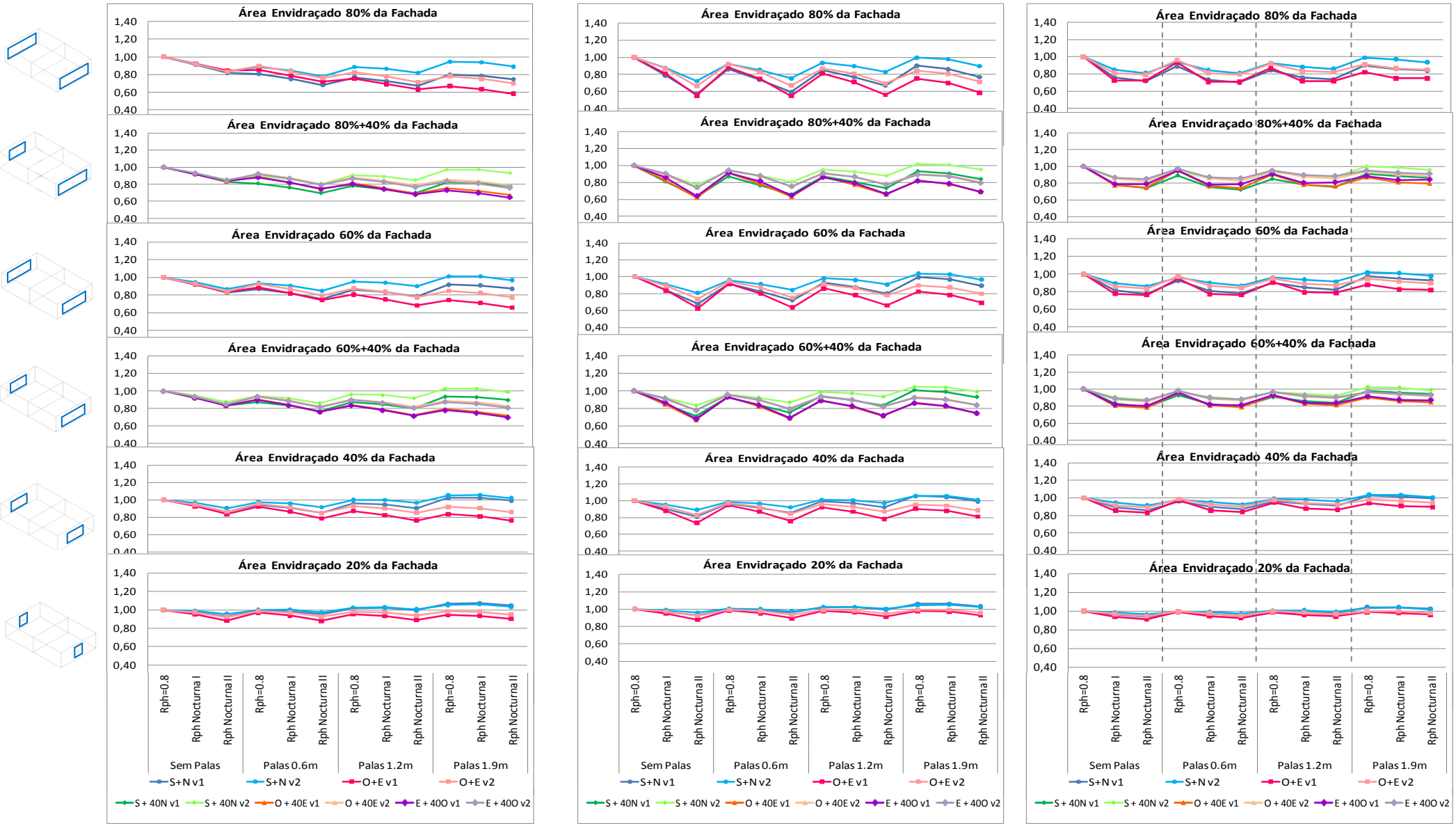


Andar Cobertura

Sem Dispositivos de Protecção junto ao Envidraçado

Com Dispositivos de Protecção Interior – Portada

Com Dispositivos de Protecção Exterior - Estore



*Rph=0,8 associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada I (para grafs com portada interior); com estore I (para grafs com estore exterior)

** Rph Nocturno I associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada II (para grafs com portada interior); com estore II (para grafs com estore exterior)

*** Rph Nocturno II associado a: sem dispositivo (para grafs sem dispositivo qualquer); com portada III (para grafs com portada interior); com estore III (para grafs com estore exterior)

4.5 Introdução - Base de Dados - Dados de Entrada ("*Folha Início*")

A seguir o aspecto Geral da Folha "Início" em Excel com indicação das etapas a serem seguidas.

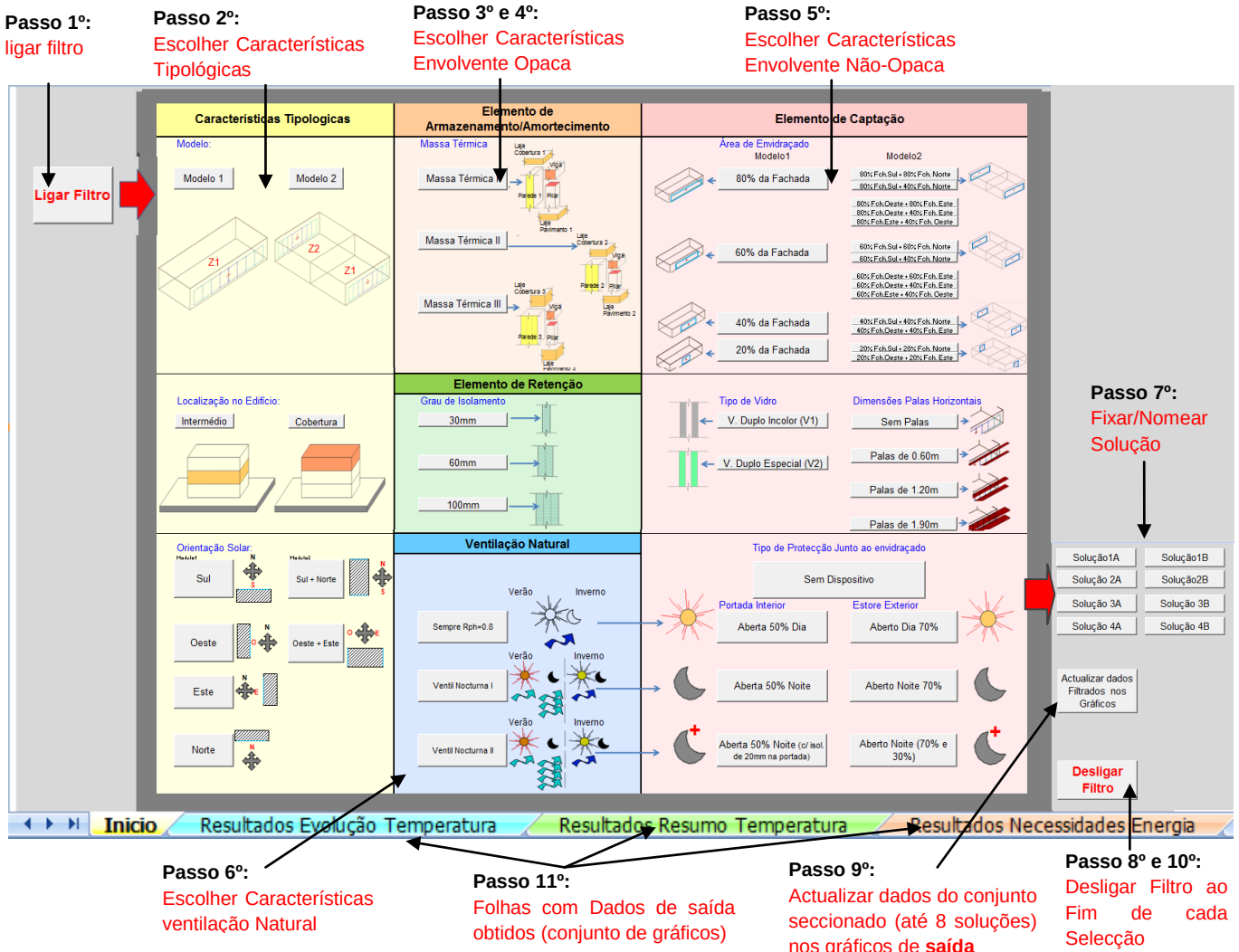


Figura 4.153: Aspecto Folha de Selecção dos Dados de Entrada, Folha "*Início*".

Nesta BASE DE DADOS são apresentados todos os resultados obtidos por simulações realizadas no software *EnergyPlus v.2.2* (E+) considerando o Clima de Lisboa para o conjunto de diferentes soluções presentes na Matriz (após a realização de todo um processo demonstrado no Volume principal deste estudo - monitorizações, calibrações e validações dos modelos). Desta forma, todos os dados e informações correspondentes as soluções da Matriz, poderão ser consultados e acedidos a partir desta Base de Dados (construída em ambiente EXCEL. versão 2007), de forma interactiva.

Nesta Base de Dados o leitor poderá, mediante as intenções de projecto, observar o comportamento térmico e energético das soluções de interesse, assim como obter diferentes opções para uma mesma solução. Os dados de entrada são sempre seleccionados pelo utilizador na folha Excel denominada "Início" enquanto os dados de saída automaticamente fornecidos (conjunto de informações fornecido ao leitor, referentes as soluções de interesse, está organizado em gráficos que poderão auxiliar os utilizadores na formulação de relatórios), não sendo necessário o utilizador efectuar os cálculos térmicos.

Todas as possibilidades de soluções presentes nesta ferramenta correspondem as soluções da Matriz seleccionada para este estudo, as quais poderão ser observadas de forma mais pormenorizada no Capítulo IV do Volume Principal (principalmente através da demonstração do processo de selecção dos parâmetros considerados na Matriz estabelecida para este estudo).

4.5.1 Dados de Saída – Tipos de Gráficos e Dados Extraídos

Exemplo:

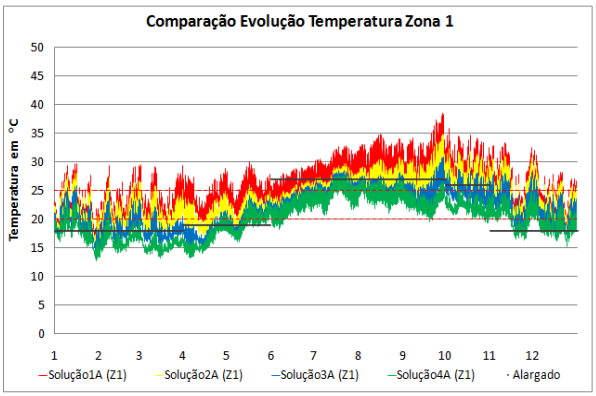
	nº Referência Solução	Modelo (1 ou 2)	Localização (Intermed. Cober.)	Orientação (fachada exterior e envidraçado)	% Área Envidraçado	Tipo de Vidro Duplo	Protecção Horizontal Exterior (palas)	Dispositivo de Protecção junto ao Envidraçado	Rph (0,8; Rph Noc I, Rph Noc II)	Massa Térmica (M1, M2, M3)	Grau Isol. (30mm, 60mm, 100mm)
Solução 1A	12195	Modelo2	Andar Intermédio	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	sem pala horizontal	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 2A	12201	Modelo2	Andar Intermédio	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 0,6m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 3A	12207	Modelo2	Andar Intermédio	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 1,2m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 4A	12213	Modelo2	Andar Intermédio	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 1,9m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 1B	17235	Modelo2	Andar Cobertura	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	sem pala horizontal	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 2B	17241	Modelo2	Andar Cobertura	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 0,6m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 3B	17247	Modelo2	Andar Cobertura	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 1,2m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm
Solução 4B	17253	Modelo2	Andar Cobertura	Sul + Norte	80% fachadas Sul e Norte	Incolor	pala horiz. de 1,9m	sem dispositivo	Rph II	Massa Térmica 2	XPS 60mm

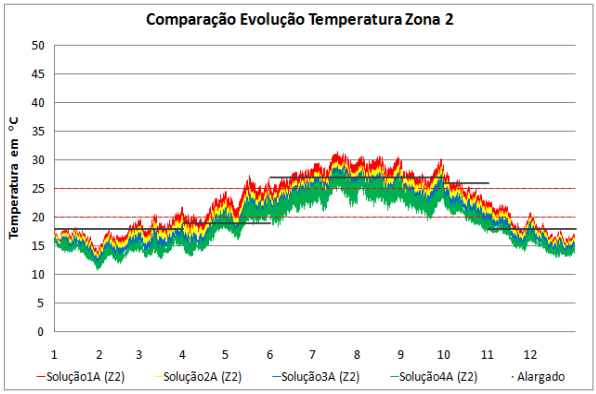
Neste quadro acima, exemplo de um conjunto de soluções seleccionadas a partir desta Ferramenta-Base de Dados. O utilizador deverá ter sempre a atenção em registar/organizar quais soluções foram seleccionadas e que nome de solução está referido nos gráficos que se seguem (solução 1, 2, 3, 4 do conjunto A ou B).

Por questão de organização, e para que ocorra uma melhor visualização dos dados lançados nos diferentes gráficos de saída apresentados nesta ferramenta, por vezes as soluções seleccionadas estão dividas e apresentadas em dois conjuntos separados de gráficos. Entretanto isto não impede que o utilizador possa efectuar comparações entre as soluções dos dois conjuntos (A e B), quando assim desejarem.

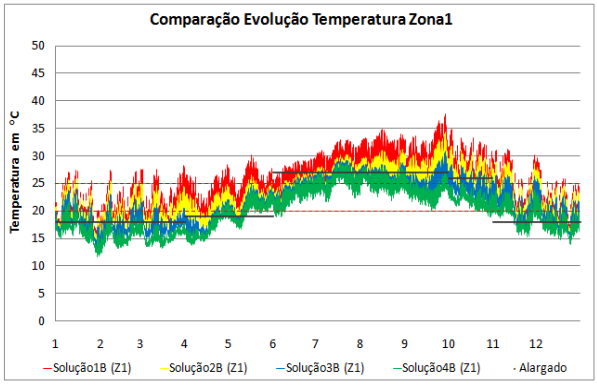
Gráficos Evolução Temperatura Interior (Folha Excel "Evolução Temperatura"):

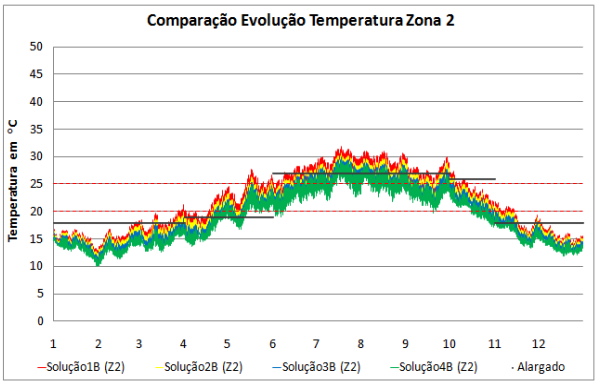
Conjunto A: até 4 soluções (Modelo1 ou Modelo2)





Conjunto B: até 4 soluções (Modelo1 ou Modelo2)





Obs: 1-) Quando forem seleccionadas soluções correspondentes ao Modelo 1 somente será preenchido o gráfico correspondente a Zona1. 2-) Quando forem seleccionadas soluções correspondentes ao Modelo 2 será preenchido o gráfico correspondente a Zona1 e o gráfico correspondente a Zona2. 3-) Comportamento interior das soluções da Matriz obtido com base nas condições climáticas para a cidade de Lisboa (ficheiro climático Média de 30 anos).

Figura 4.154: Gráficos Exemplos, obtidos através da BASE de DADOS com a evolução da temperatura interior para as soluções seleccionadas.

Através de gráficos deste género o utilizador poderá observar e efectuar comparações entre as soluções seleccionadas, isto em termos de evolução de temperatura interior ao longo do ano. Podendo verificar quais apresentaram temperatura interior dentro da zona de conforto durante mais tempo ao longo do ano. Para apoiar o utilizador, nos gráficos semelhantes aos ilustrados anteriormente, apresentam-se sempre marcados a linha dos 20°C (limite Inverno) e a linha dos 25°C (limite Verão); estando também outras duas linhas denominadas nos gráficos como "Alargado", as quais correspondem a deslocação das linhas limites de Verão e de Inverno (já mencionadas) em 2°C. Portanto se o utilizador pretender considerar a linha limite de Verão e de Inverno alargadas (com mais 2°C) estes limites passarão a corresponder a 27°C como limite de Verão e a 18°C como limite de Inverno. Estas linhas devem ser somente consideradas como linhas guias.

Portanto quanto mais uma determinada solução apresentar temperatura interior distante destes valores limites (valores somente de referência, seja os valores alargados ou não), significa que mais esta solução tende a apresentar um maior dispêndio de energia e um maior desconforto. Assim através destes gráficos o utilizador consegue de uma maneira directa e visual perceber o comportamento térmico das soluções de seu interesse ao longo do ano, principalmente na estação quente e na estação fria, conseguindo identificar maiores ou menores dispêndios de energia e maiores ou menores desconforto.

Gráficos Resumo Condições Interiores de Temperatura (Folha Excel "Resumo Temperatura "):

Neste conjunto de gráficos o utilizador poderá de uma forma resumida efectuar comparações de desempenho térmico entre as soluções de interesse previamente seleccionadas através da Ferramenta-BASE de DADOS.

O primeiro conjunto de gráficos apresenta (para a Estação Quente como para a Estação Fria) valores correspondentes as temperaturas máximas, médias e mínimas; bem como valores correspondentes aos Graus-Dia de desconforto em diferentes bases. Desta forma, estes também permitem que o utilizador possa de uma maneira directa, visual e quantitativa, observar e comparar desempenhos de diferentes soluções.

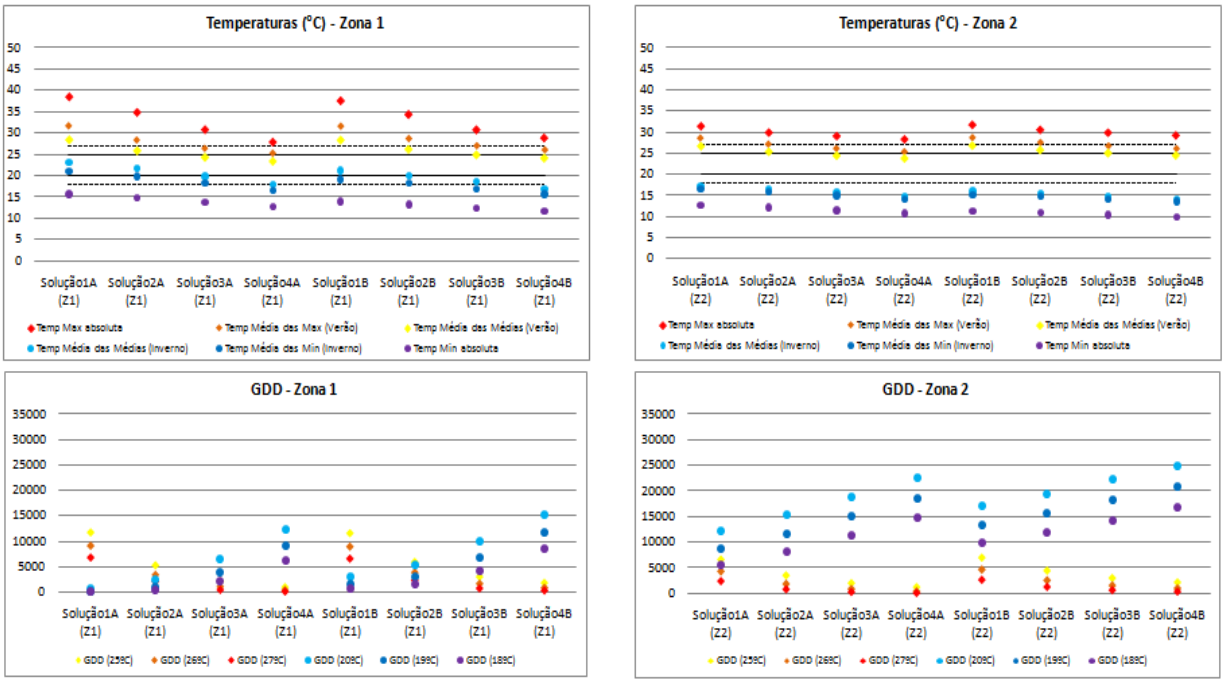


Figura 4.155: Gráficos Exemplos, obtidos através da BASE de DADOS com dados de temperatura interior (max., méd., mín., graus-dia de aquecimento e de arrefecimento em diferentes bases de temperatura) para as soluções seleccionadas.

O segundo conjunto de gráficos permite que o utilizador consiga visualizar e quantificar (para a Estação de Aquecimento e para a Estação de Arrefecimento) em que percentagens do tempo ocorreram determinadas faixas de temperaturas nas diferentes soluções de interesse (previamente seleccionadas através da BASE de DADOS).

Nestes gráficos o 100% corresponde ao período do Verão (nos gráficos direccionados para Estação Quente) e de Inverno (nos gráficos direccionados para a Estação Fria).

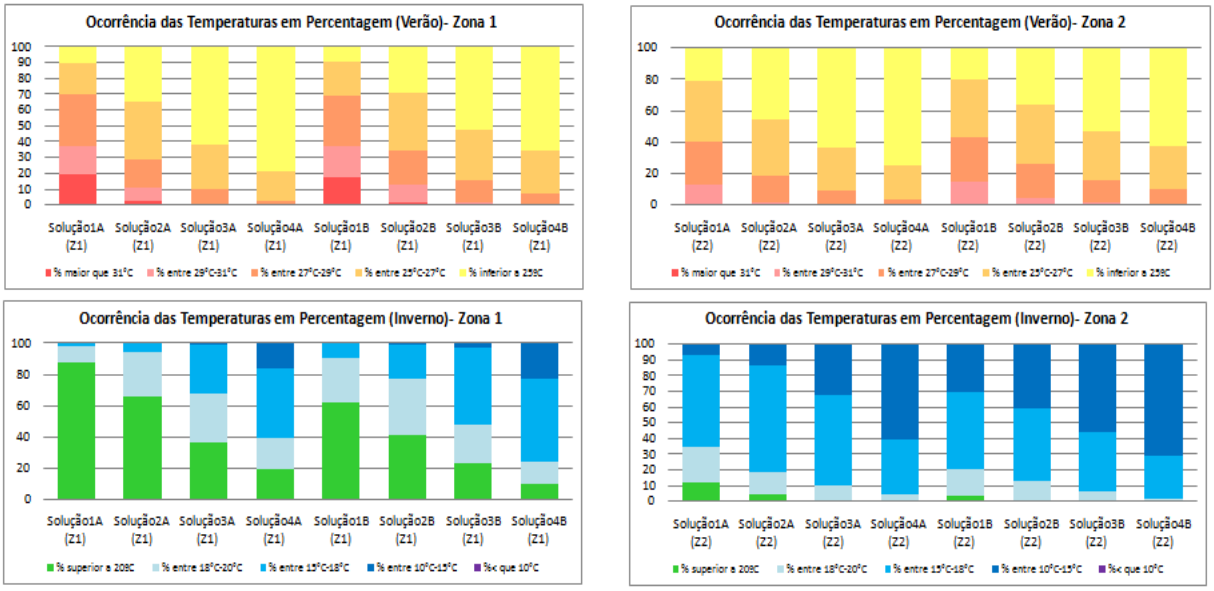


Figura 4.156: Gráficos Exemplos, obtidos através da BASE de DADOS com dados de temperatura interior (ocorrência da temperatura por diferentes bandas, na estação de arrefecimento e de aquecimento) para as soluções seleccionadas.

Desta forma, estes também permitem que o utilizador possa de uma maneira directa, visual e quantitativa, observar e comparar desempenhos térmicos de diferentes soluções.

<u>Gráficos Resumo Necessidades/Energia (Folha Excel "Resumo Necessidades/Energia "):</u>

Neste conjunto de gráficos o utilizador poderá de uma forma resumida efectuar comparações de desempenho térmico entre as soluções de interesse previamente seleccionadas através da Ferramenta - BASE de DADOS; de forma a poder observar quais soluções apresentam maior ou menor dispêndio de energia ao longo do ano, mas principalmente durante a estação de arrefecimento (Verão) e de aquecimento (Inverno). Desta forma nos gráficos a seguir são apresentados valores correspondentes as:

- Necessidades de Aquecimento (energia necessária para manter uma dada solução durante a estação de Inverno, com uma temperatura interior superior a 20°C);

- Necessidades de Arrefecimento (energia necessária para manter uma dada solução durante a estação de Verão, com uma temperatura interior inferior a 25°C);

- Necessidades Totais (energia necessária para manter uma dada solução ao longo do ano, com uma temperatura interior entre 20°C e 25°C);

Obs: Estes valores correspondentes as necessidades (totais, aquecimento e arrefecimento) são apresentados nos gráficos a seguir em kWh e em kWh/m².

Os valores de referência que constam nestes gráficos correspondem em termos de necessidades, as condições interiores de referência estabelecidas para este estudo (ver secção 4.3.1.1 do Capítulo IV do Volume Principal deste estudo).

Desta forma, estes também permitem que o utilizador possa de uma maneira directa, visual e quantitativa, observar e comparar desempenhos de diferentes soluções (perceber quais soluções apresentam maior ou menor dispêndio de energia).

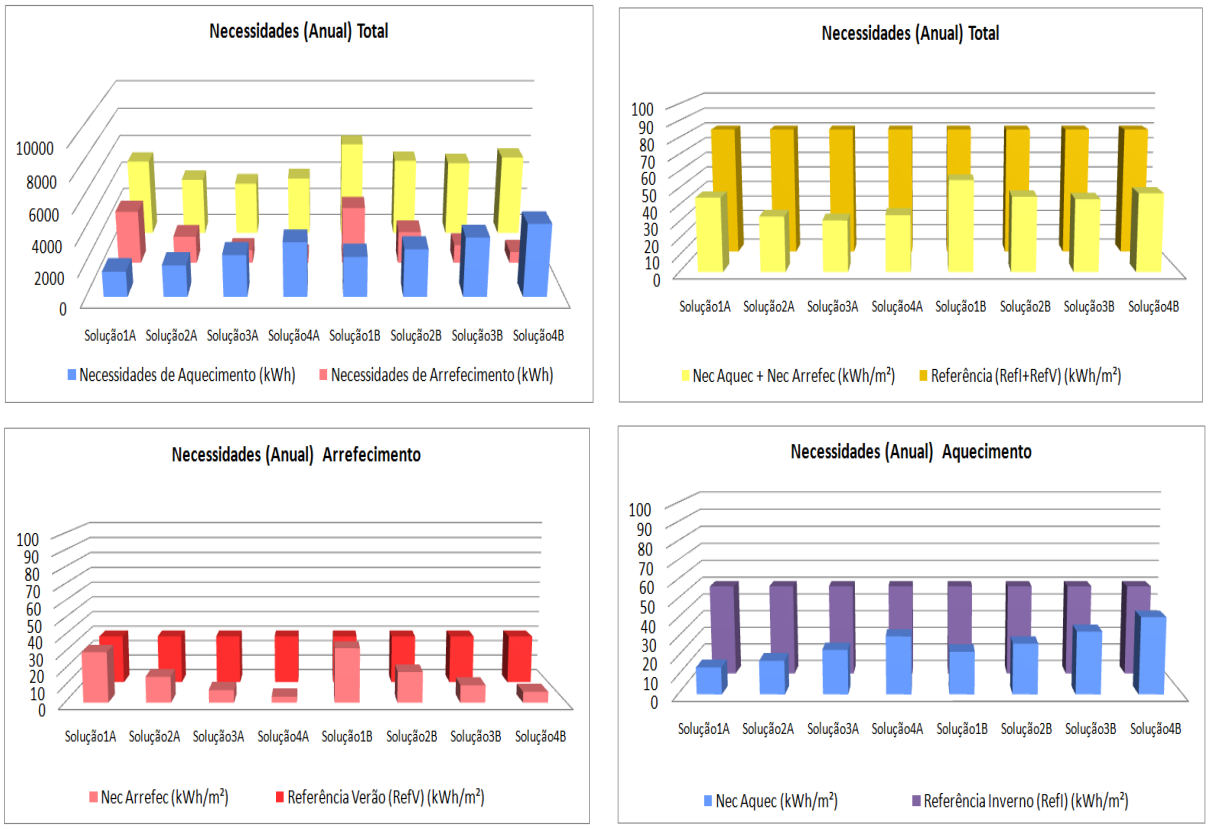


Figura 4.157: Gráficos Exemplos, obtido através da BASE de DADOS com dados de Necessidades de Aquecimento e de Arrefecimento para as soluções seleccionadas.

<u>Observações Gerais Gráficos:</u>

Desta forma, através da utilização da BASE de DADOS e do conjunto de gráficos contidos na mesma, espera-se que o profissional interessado possa efectuar as suas próprias selecções, desenvolver uma análise de desempenho térmico (com base nos dados disponibilizados), avaliar quais decisões poderão ser importantes e aplicáveis na sua prática projectual.

Para utilização da BASE DE DADOS proposta, encontra-se neste Volume o CD com o Anexo 4.1.

CAPÍTULO V – Síntese

Desta forma, após o desenvolvimento do estudo demonstrado nos capítulos anteriores, verifica-se que o mesmo percorreu algumas etapas, tendo assim partido de exemplos concretos e presentes no parque edificado de Lisboa até a obtenção dos resultados pretendidos, sendo estes apresentados de forma sintetizada nesta secção.

Neste Capítulo V procura-se evidenciar quais são as possibilidades de se obter condições interiores de temperatura que conduzam a menores necessidades energéticas anuais para soluções com grandes áreas de envidraçados (fachadas envidraçadas em mais de 60%) quando localizadas em Clima Temperado como na cidade de Lisboa, auxiliando assim o profissional arquitecto relativamente ao comportamento termo-energético de unidades habitacionais com tais características e proporções de envidraçados.

Os resultados apresentados seguem a estrutura dos capítulos anteriores, sendo disponibilizado um conjunto de parâmetros, onde os vãos envidraçados são considerados como condicionantes; pois a medida que a área da superfície envidraçada (não-opaca) passa a ser superior à superfície opaca da fachada, a influência dos elementos opacos verticais nas condições interiores tende a ser menor, portanto o estudo evidencia quais são as características construtivas a terem maior influência sobre os resultados de desempenho térmico em unidades com grandes proporções de envidraçados. Sendo apresentado um conjunto de opções e soluções construtivas (relacionadas com as intenções de projecto), com base na Matriz de soluções apresentada no Capítulo IV, assim dispondo aos profissionais um conjunto de indicações de utilidade numa fase inicial de projecto na medida que demonstra ao projectista as implicações das mesmas sobre as condições interiores.

Assim o projectista poderá de forma directa, observar e comparar soluções construtivas (representativas de fracções habitacionais) para o clima da cidade de Lisboa, e verificar quais as que proporcionam maior conforto e menores necessidades de energia para condicionamento ambiente em função da área de envidraçado.

5.1 Síntese do Estudo Desenvolvido – Monitorização

O estudo referente às Monitorizações, com campanhas realizadas nas estações de Verão e de Inverno entre 2007 a 2009, em diferentes edifícios e diferentes fracções (edifícios existentes no parque edificado de Lisboa com grandes áreas de envidraçados, modelos reais), permitiu obter um conjunto de informações e observações de base para os estudos subsequentes.

A realização de monitorizações e inquéritos (Capítulo II), são parte importante do estudo na medida em que deram indicações e revelaram a necessidade de se averiguar de forma mais aprofundada o comportamento térmico de unidades com grandes proporções de envidraçados.

Tendo em conta o conjunto de unidades da amostra, onde 85% dos compartimentos contam com mais de 60% das fachadas expostas envidraçadas, foi possível constatar através do processo de monitorização que, durante o Verão de 2007 e 2008, estes apresentaram temperaturas superiores a 25ºC em 90% do tempo (em média) em que foram monitorizados. Estas mesmas unidades, quando monitorizadas na estação de aquecimento (maior parte recorreu a sistemas de aquecimento ambiente) e mesmo assim registaram-se valores de temperatura inferior a 20ºC, em mais de 50% do tempo (média das condições interiores observadas no conjunto de compartimentos monitorizados ao longo das duas campanhas de monitorizações realizadas no período de Inverno, entre 2007-2008 e de 2008-2009).

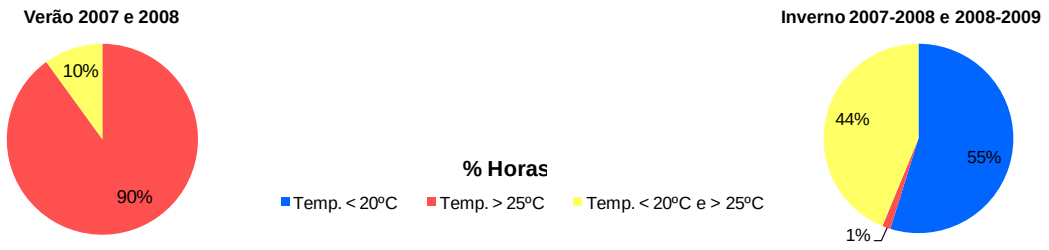


Figura 5.1: Gráficos Resumo condições interiores de temperatura nas unidades da amostra, obtida por monitorização nas estações de arrefecimento e de aquecimento.

Com relação aos Utentes:

Através dos inquéritos aplicados junto aos moradores das unidades da amostra, foi possível averiguar uma maior preferência e um maior interesse em edifícios residenciais com grandes áreas de envidraçados; ao mesmo tempo que foram identificados potenciais situações de desconforto causadas pelas grandes proporções dos mesmos, pois as respostas obtidas quanto as condições interiores de temperatura e conforto nas unidades em questão ao longo das estações de aquecimento e de arrefecimento (Figura 5.2) revelaram uma tendência negativa, principalmente relativamente ao comportamento destas unidades na estação de arrefecimento.

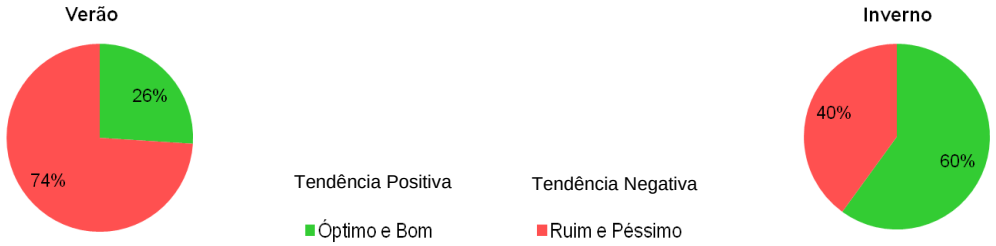


Figura 5.2: Gráficos Resumo condições interiores de temperatura nas unidades da amostra, segundo as opiniões dos utentes (obtidas por inquérito).

5.2 Síntese do Estudo Desenvolvido – Calibração Modelos

Para que fosse possível dar seguimento a realização de estudos que percorressem um leque de soluções mais alargado do que o adoptado nas monitorizações, como o desenvolvimento de uma matriz de soluções, recorreu-se ao desenvolvimento de modelos que pudessem servir de base para os estudos subsequentes, os modelos envolvidos no processo foram simulados com auxílio do software de simulação térmica *EnergyPlus* (E+) e devidamente calibrados com dados obtidos por monitorização, sendo este processo de calibração apresentado de forma sintetizada a seguir.

No processo de Calibração-1 demonstrado, os modelos construídos no software de simulação térmica (E+) responderam de maneira muito próxima/semelhante às respectivas unidades monitorizadas (modelos reais); com uma margem de diferença entre valores de temperatura obtidos por monitorização e simulação que não ultrapassaram os ±0,70 ºC (diferença média) para a grande parte dos compartimentos quando submetidos as condições de Inverno e de Verão. Esta margem de diferença também foi obtida entre os Modelos Simplificados (Modelo 1 e 2) quando comparados com os detalhados no processo de calibração-2.

Ao longo do processo de Calibração-3 foi confirmado a capacidade dos modelos simplificados 1 e 2 responderem a semelhança do modelo detalhado correspondente quando submetido a diferentes variações paramétricas tanto na estação quente (Verão) como na estação fria (Inverno), tendo estes apresentando resultados de temperatura interior que diferiram em média a ±0,3 ºC.

Tendo em conta que os fabricantes dos equipamentos utilizados ao longo das monitorizações consideram uma margem de erro para os mesmos de ± 0,5°C, os modelos simplificados foram adoptados nos estudos subsequentes, assim demonstrando capacidade para representarem um universo de soluções construtivas.

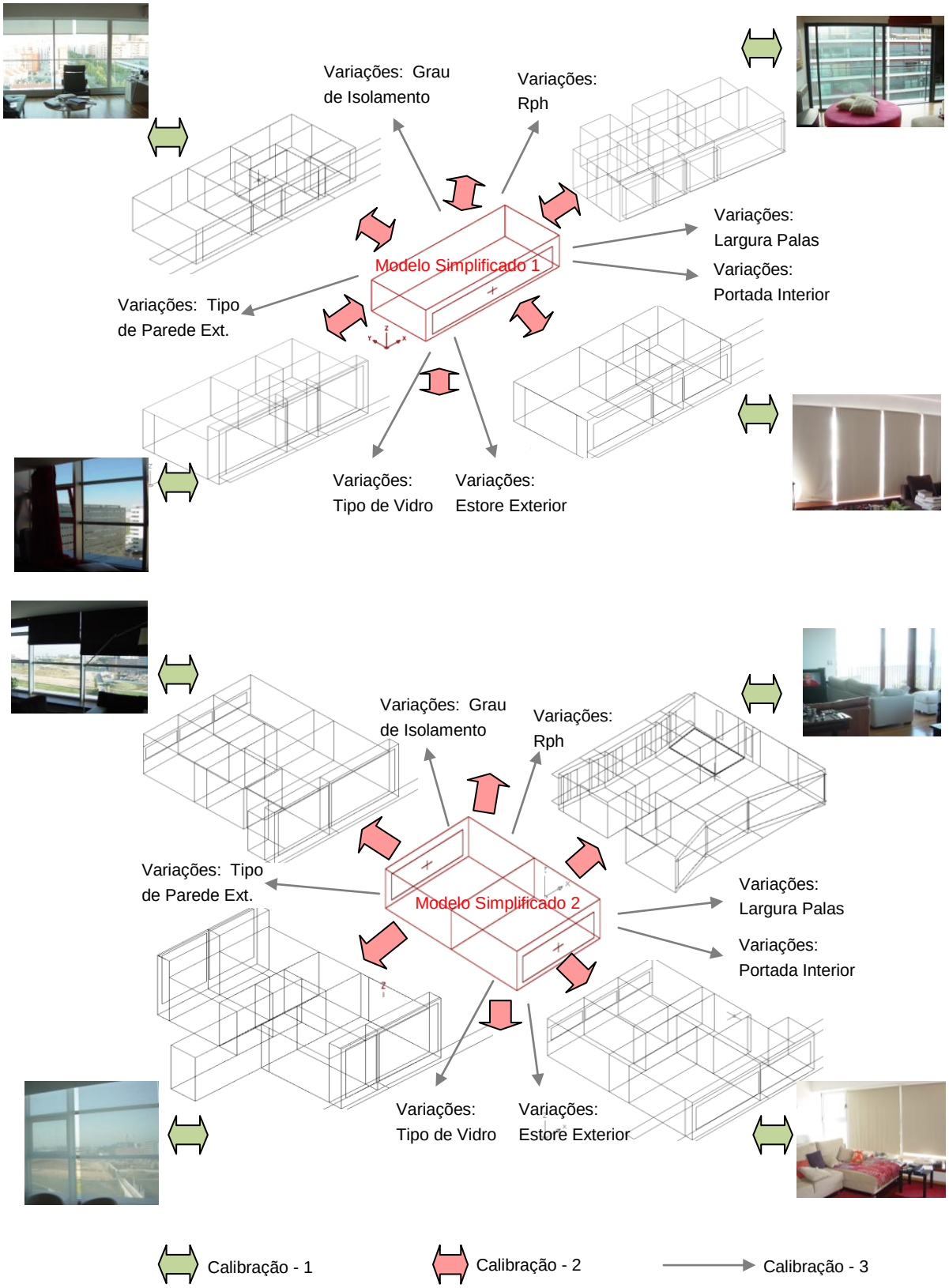


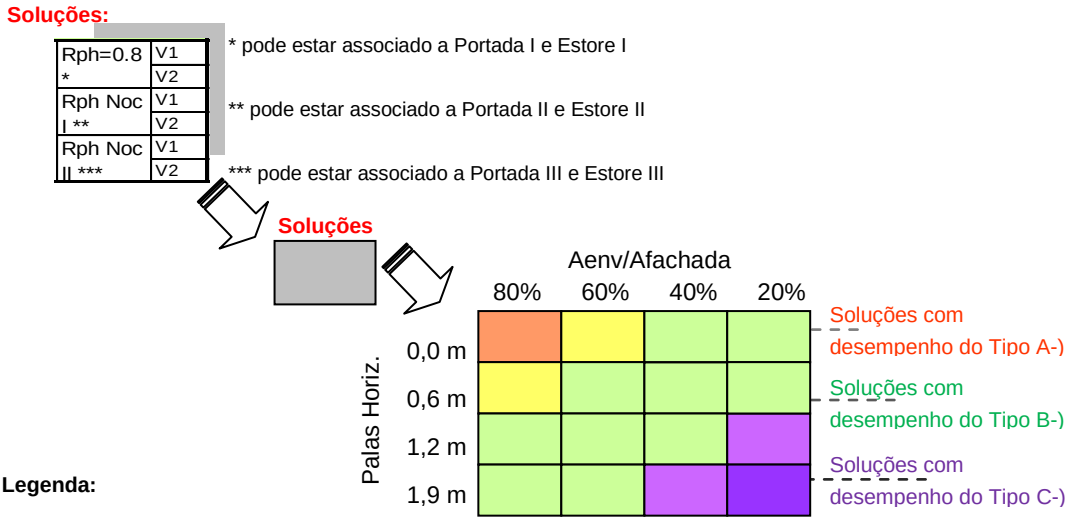
Figura 5.3: Esquema Calibração-1, Calibração-2 e Calibração-3, obtenção dois modelos simplificados.

Assim, somente após o processo de monitorização (Capítulo II) e do processo de modelação e calibração (Capítulo III), pode-se tomar os modelos simplificados como base para a realização dos estudos de parametrização com desenvolvimento de uma Matriz de soluções centrados nos aspectos de interesse ao profissional arquitecto (prática profissional) no que se refere a edifícios com grandes áreas de envidraçados.

5.3 Síntese do Estudo Desenvolvido – Soluções Matriz

A seguir são apresentados os resultados referentes ao comportamento térmico e energético obtido por simulação para as diferentes soluções da Matriz, os quais tiveram como base de estudo os modelos simplificados obtidos a partir da realização dos processos de monitorização e de calibração. Assim sendo demonstrado as reais possibilidades de se obter condições interiores de temperatura que conduzam a menores necessidades energéticas anuais para soluções (Matriz) com envidraçados que correspondem desde 20% a 80% da área da fachada, para o clima de Lisboa.

Os resultados de desempenho referente às soluções correspondentes a cada um dos Modelos contemplados na Matriz (Modelo 1 e Modelo 2 em andar intermédio e cobertura) são apresentados nas figuras que se seguem, tendo sido elaborado um esquema gráfico (Figura 5.4) para possibilitar uma rápida identificação do desempenho global das mesmas. Ou seja, este permite identificar rapidamente quais soluções apresentam condições de temperatura e de necessidades dentro dos limites estabelecidos no estudo (Capítulo IV); assim como quais apresentam tendência a maiores dispêndios de energia e maior desconforto na estação de arrefecimento e de aquecimento. Entretanto, para melhor compreensão das soluções e parâmetros envolvidos, consultar a Secção 4.2 do Capítulo IV.



Legenda:

A-) Soluções com Condições Interiores de Temperatura que conduzem a um maior dispêndio de energia na estação de Arrefecimento (Verão), com média das Temperaturas Máximas no Verão superior a 30°C:

Solução com: os diferentes tipos de vidros (V1- vidro duplo incolor, V2- Vidro duplo de baixa emissividade) e taxas de ventilação (de 0,8 h^{-1} a 3 h^{-1}) contemplados na Matriz do estudo.

Soluções com: tipo de vidro V1 (vidro duplo incolor) e diferentes taxas de ventilação contemplados na Matriz do estudo (de 0,8 h^{-1} a 3 h^{-1}).

Soluções com: tipo de vidro V1 (vidro duplo incolor) e taxa de ventilação contemplados na Matriz do estudo de 0,8 h^{-1} (Rph I).

B-) Soluções com Condições Interiores de Temperatura que tendem a não conduzir a um maior dispêndio de energia na estação de Arrefecimento (Verão) e na estação de Aquecimento (Inverno), com média das Temperaturas Máximas no Verão inferior a 30°C e média das Temperaturas Mínimas no Inverno superior a 13°C.

C-) Soluções com Condições Interiores de Temperatura que conduzem a um maior dispêndio de energia na estação de Aquecimento (Inverno), com média das Temperaturas Mínimas no Inverno inferior a 13°C:

Soluções com: tipo de vidro V2 (vidro duplo de baixa emissividade) e diferentes taxas de ventilação contemplados na Matriz do estudo (de 0,8 h^{-1} a 3 h^{-1}).

Solução com: os diferentes tipos de vidros (V1- vidro duplo incolor, V2- Vidro duplo de baixa emissividade) e taxas de ventilação (de 0,8 h^{-1} a 3 h^{-1}) contemplados na Matriz do estudo.

Figura 5.4: Explicação do Esquema Gráfico adoptado para representar os resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz.

Modelo 1 Intermédio

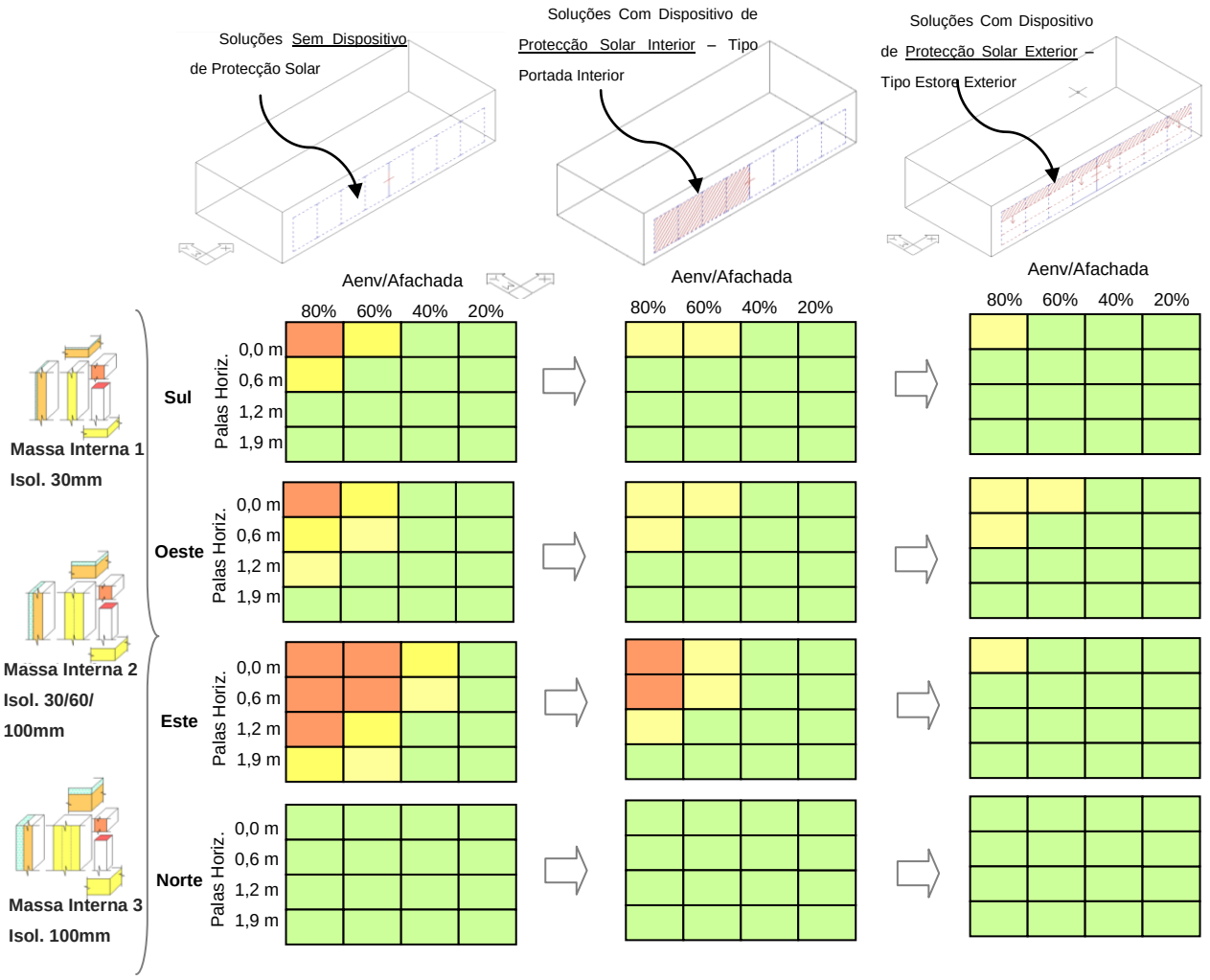


Figura 5.5: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, Modelo1 em andar Intermédio.

Tendo presente os objectivos estabelecidos, verifica-se que é possível obter condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia (dentro dos limites estabelecidos para este estudo, Capítulo IV), para unidades habitacionais correspondentes ao Modelo 1 localizadas em andar intermédio com diferentes áreas de envidraçados e orientações presentes na Matriz, desde fachadas com 20% de envidraçado a 80% de envidraçado; sendo assim apresentado um leque de opções (soluções com desempenho dentro dos limites estabelecidos).

Praticamente todas as soluções da Matriz correspondentes ao Modelo 1 em andar Intermédio, quando com dispositivo de protecção interior ou exterior, apresentaram condições interiores dentro dos limites estabelecidos para este estudo, de forma a não demonstrarem tendência a maiores dispêndios de energia em ambas as estações (aquecimento e arrefecimento).

Entretanto, as soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, maior atenção deve ser dada as questões arrefecimento (Verão), principalmente para aquelas que apresentam palas de dimensões inferiores a 0.60m e sem qualquer dispositivo de protecção solar (interior ou exterior); com excepção às orientadas a Norte.

Soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada (principalmente as orientadas a Norte), mesmo não apresentando tendência a condições interiores que conduzam a um maior dispêndio de energia nas principais estações, deve-se ter um maior cuidado com estas na estação de aquecimento, maior preocupação Inverno.

Modelo 1 Cobertura com 30 mm de isolamento na envolvente exterior

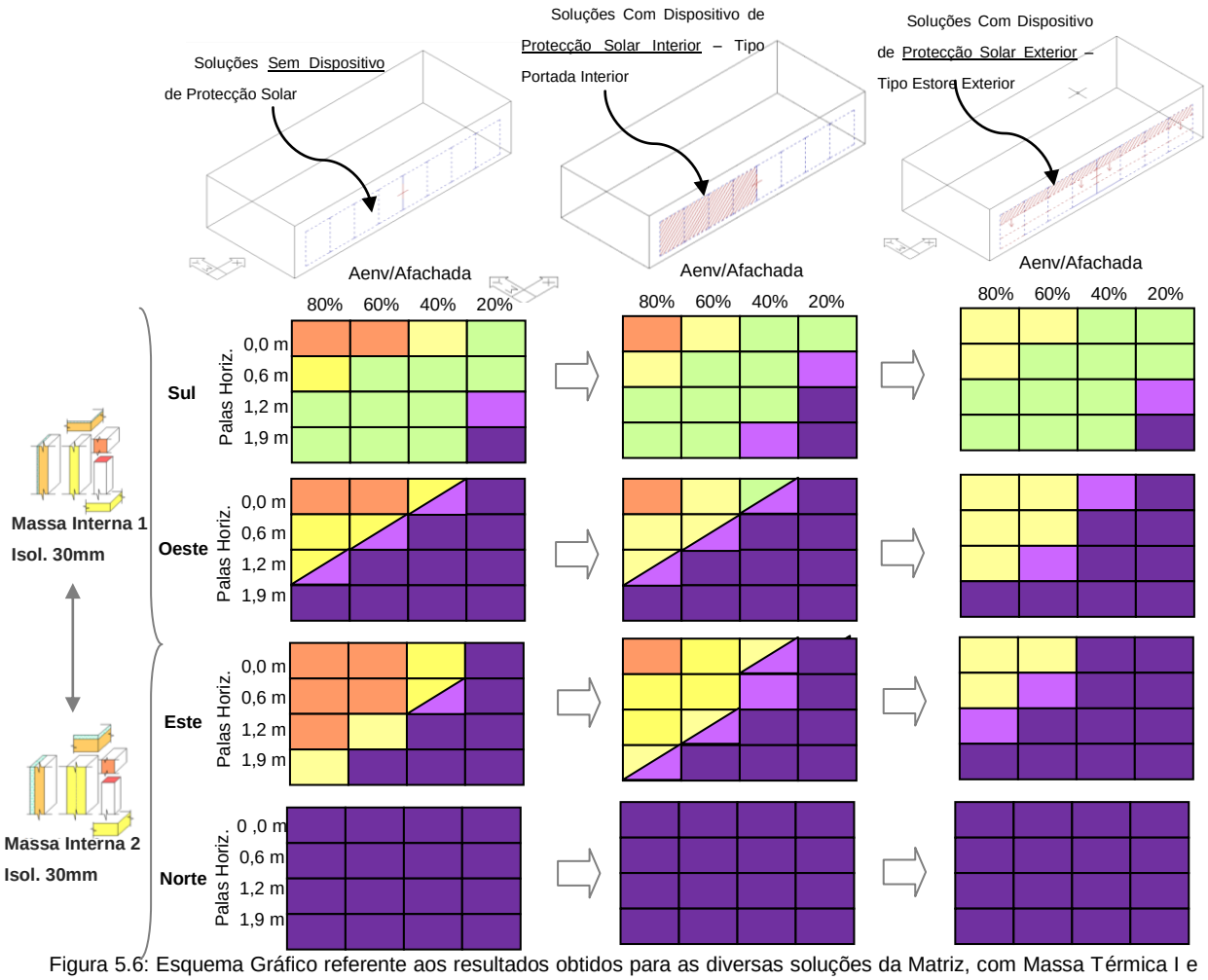


Figura 5.6: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, com Massa Térmica I e II com isolamento térmico de 30mm, Modelo1 em andar Cobertura.

Tendo em conta as soluções da matriz correspondente ao Modelo1 em andar de cobertura, para a maior parte destas quando com massa térmica I ou II associadas a um grau de isolamento de 30mm, verifica-se que variações na área de envidraçado, orientação, tipo de vidro, presença ou não de palas de diferentes dimensões e diferentes taxas de ventilação; pode passar-se de uma situação gravosa em termos de Inverno para uma no Verão e vice-versa. Assim, existe um leque restrito de soluções com condições interiores de temperatura que conduzem a um menor dispêndio de energia. O recurso a dispositivos de protecção solar permite reduzir significativamente as necessidades de energia para arrefecimento porém, quando se analisa em termos da estação de aquecimento e, uma vez que a solução de base correspondia a toda a área de vidro como área de captação de ganhos solares, recurso a tais dispositivos poderá conduzir a um aumento das necessidades de energia de aquecimento (aumento da área a roxo).

Verifica-se que maiores cuidados devem ser tomados com:

- As soluções com área de envidraçado que corresponda a mais de 60% da área da fachada quando com palas de dimensões inferiores a 0,60m, independentemente da orientação e presença ou não de dispositivos de protecção solar junto aos envidraçados, pois estes tendem a apresentar maior dispêndio de energia na estação de arrefecimento;

- Nas soluções orientadas a Norte, independentemente da área de envidraçado e tipo de protecção solar, tendem sempre a apresentar maior dispêndio de energia na estação de aquecimento.

Entretanto a maior parte das soluções da Matriz (Modelo 1 em andar Cobertura) que apresentaram condições interiores dentro dos limites estabelecidos para este estudo, correspondem principalmente a soluções orientadas a Sul, independentemente da presença ou não de dispositivos de protecção solar, de forma a não demonstrarem tendência a maiores dispêndios de energia em ambas as estações (aquecimento e arrefecimento) quando com massa e isolamento térmico desta ordem.

Modelo 1 Cobertura com 60 mm a 100 mm de isolamento na envolvente exterior - Continuação

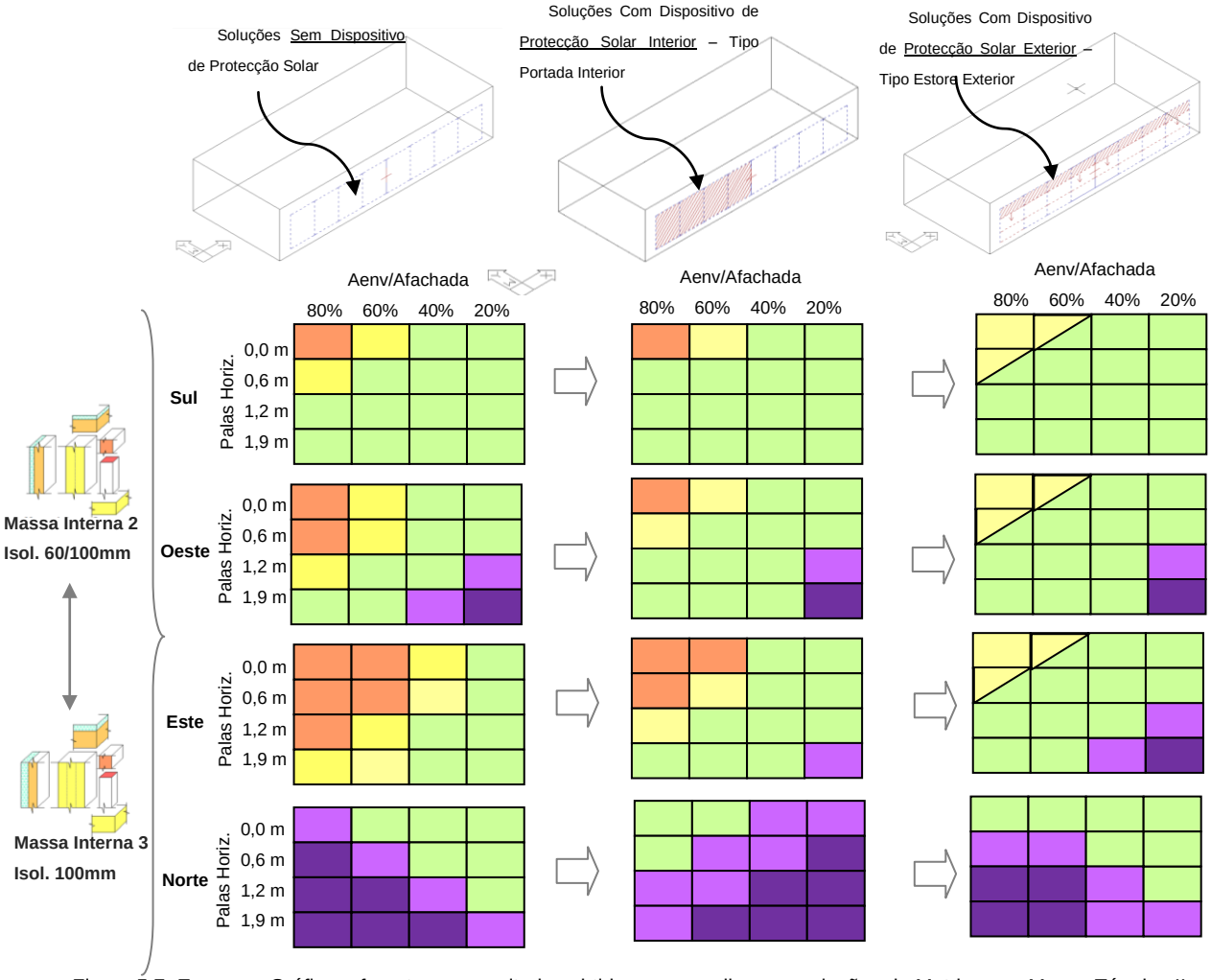


Figura 5.7: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, com Massa Térmica II e III com isolamento térmico de 60mm e 100mm, Modelo1 em andar Cobertura.

Tendo em conta todas as soluções da matriz correspondente ao Modelo1 em andar cobertura, verifica-se que independentemente da presença do ou não de dispositivos de protecção solar (interior ou exterior), da área de envidraçado, da orientação, do tipo de vidro, da presença ou não de palas de diferentes dimensões, de diferentes taxas de ventilação; foram aquelas com massa térmica II ou III associadas a um graus de isolamento de 60mm ou 100mm a corresponderem a um leque de opções mais alargado (principalmente quando com espessura de isolamento de 100mm), os quais tenderam a não apresentar maior dispêndio de energia e maior desconforto, tanto na estação quente e fria. Estas condições foram identificadas para soluções sem qualquer dispositivo de protecção solar, mas principalmente para aquelas que apresentam dispositivo de protecção solar junto aos envidraçados (portada interior ou estore exterior).

Conclui-se assim que, é possível obter condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia para unidades habitacionais correspondentes ao Modelo 1 localizadas em andar cobertura com diferentes áreas de envidraçados e orientações presentes na Matriz: fachadas com 20% de envidraçado a 80% de envidraçado existindo assim, um leque de opções dentro dos limites estabelecidos para este estudo, Capítulo IV.

As soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, maior atenção deve ser dada às questões arrefecimento (Verão), principalmente para aquelas que apresentam palas de dimensões inferiores a 0.60m e sem qualquer dispositivo de protecção solar (interior ou exterior); com excepção das orientadas a Norte. Entretanto, soluções com área de envidraçado inferior a 40% da fachada e com palas superiores a 1,20m de largura (principalmente as orientadas a Norte), deve-se ter particular atenção na estação de aquecimento (Inverno).

Modelo 2 Intermédio

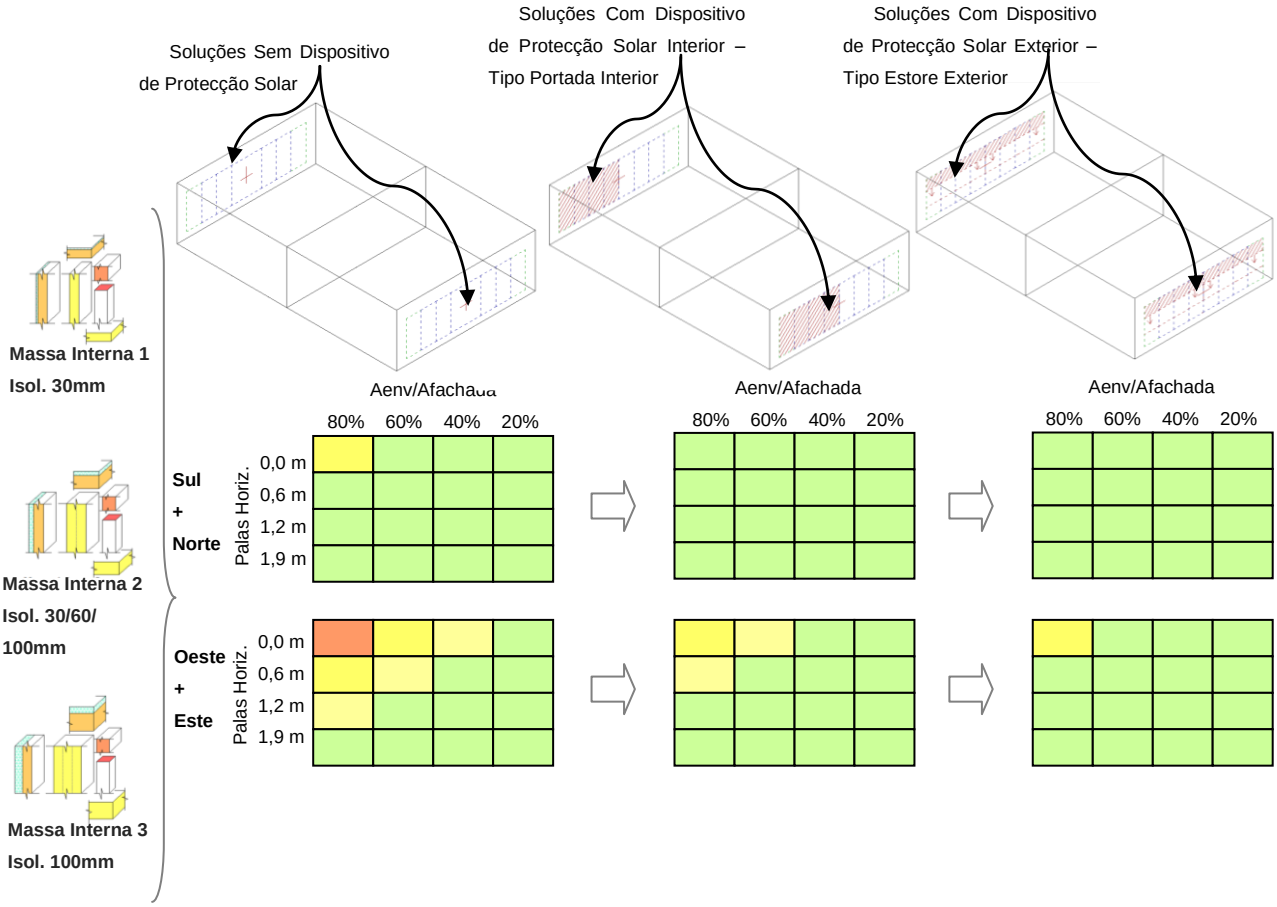


Figura 5.8: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, Modelo 2 em andar Intermédio.

A partir do estudo desenvolvido também foi possível verificar para unidades/fracções correspondentes ao modelo2 em andar intermédio que também é possível obter condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia (dentro dos limites estabelecidos para este estudo, Capítulo IV) quando considerado soluções sob as diversas orientações e áreas de envidraçados presentes na Matriz (fachadas com 20% de envidraçado a 80% de envidraçado); sendo apresentado a partir do estudo desenvolvido um vasto conjunto de opções/soluções possíveis a serem adoptadas na prática projectual.

Praticamente todas as soluções da Matriz correspondentes ao Modelo 2 em andar Intermédio, quando com dispositivo de protecção interior ou exterior, apresentaram condições interiores dentro dos limites estabelecidos para este estudo, de forma a não demonstrarem tendência a maiores dispêndios de energia em ambas as estações (aquecimento e arrefecimento).

Entretanto as soluções com área de envidraçado correspondendo a 80% em pelo menos uma das fachadas, maior atenção deve ser dada as questões arrefecimento (Verão), principalmente para aquelas que apresentam palas de dimensões inferiores a 0.60m e sem qualquer dispositivo de protecção solar (interior ou exterior).

Soluções com área de envidraçado inferior a 60% em pelo menos uma das fachadas, maior atenção deve ser tomada com as questões de aquecimento, maior preocupação estação Fria (Inverno); mesmo estas soluções não tendo apresentado situações críticas relativamente ao dispêndio de energia e temperaturas interiores ao longo do ano.

Modelo 2 Cobertura com 30 mm de isolamento na envolvente exterior

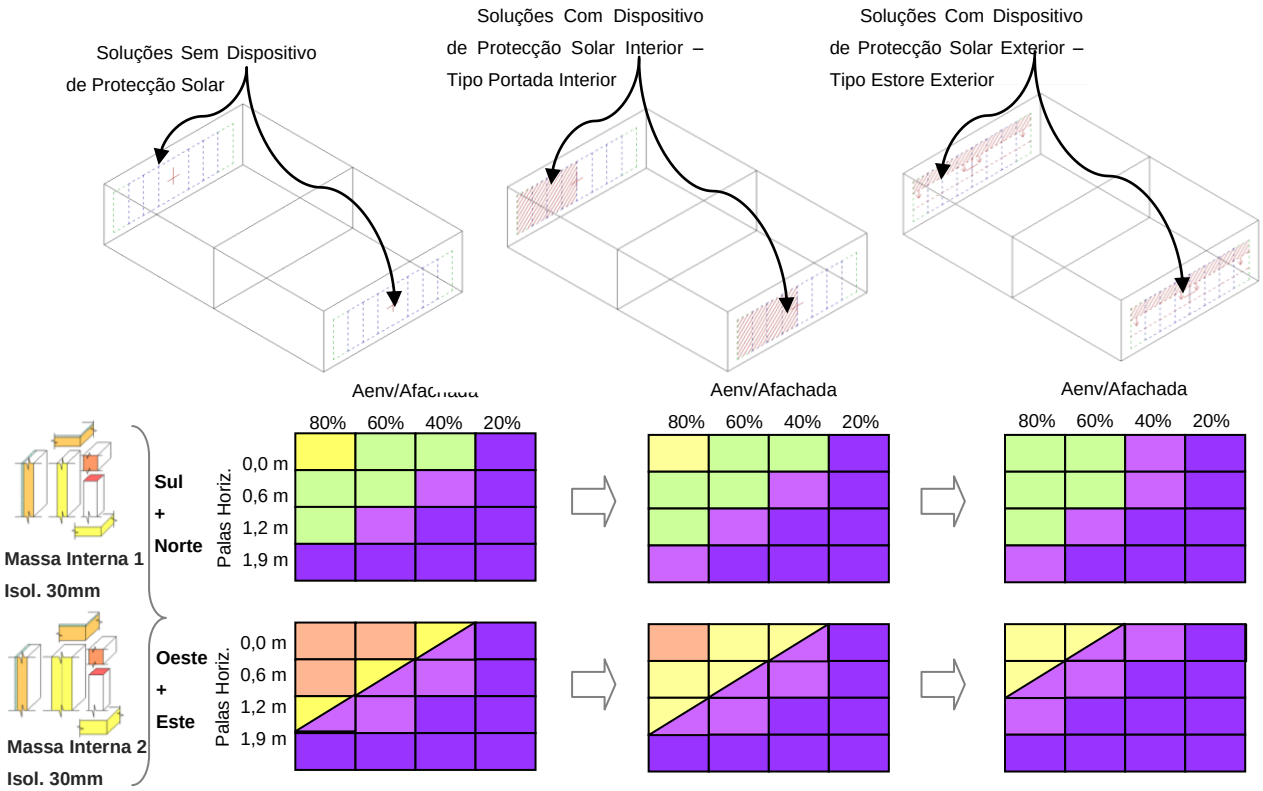


Figura 5.9: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, com Massa Térmica I e II com isolamento térmico de 30mm, Modelo 2 em andar Cobertura.

Tendo em conta todas as soluções da matriz correspondente ao Modelo2 em andar cobertura, quando com massa térmica I e II associadas a um grau de isolamento de 30mm, verifica-se que dependendo da área de envidraçado, da orientação, do tipo de vidro, da presença ou não de palas de diferentes dimensões, de diferentes taxas de ventilação; pode-se obter resultados de desempenho térmico que ora traduzem-se em maior dispêndio de energia na estação quente, ora traduzem-se em maior dispêndio de energia na estação fria, entretanto são poucas as soluções que não apresentam maiores dispêndios de energia em ambas as estações. Portanto a simples alteração de um parâmetro pode proporcionar alterações significativas no comportamento térmico de soluções semelhantes a estas, quando com um grau de isolamento de 30mm e massa térmica equivalente a MI e MII adoptados neste estudo. Por vezes estas condições foram amenizadas com a introdução de dispositivos de protecção solar junto aos envidraçados (portada interior ou estore exterior), porém em determinadas situações não demonstraram ser suficientes para que todas as soluções que apresentaram um maior dispêndio de energia (quando sem qualquer dispositivo de protecção solar) passassem a apresentar as condições interiores dentro dos limites de referência adoptados neste estudo.

As soluções desta Matriz (Modelo 2 em andar Cobertura) com condições interiores dentro dos limites estabelecidos para este estudo, correspondem principalmente a soluções que verifiquem cumulativamente:

- Orientação Sul+Norte;

- Área de fachada envidraçada em mais de 60%;

- Palas inferiores a 0,60m, independentemente da presença ou não de dispositivos de protecção solar.

Modelo 2 Cobertura com 60 mm a 100 mm de isolamento na envolvente exterior - Continuação

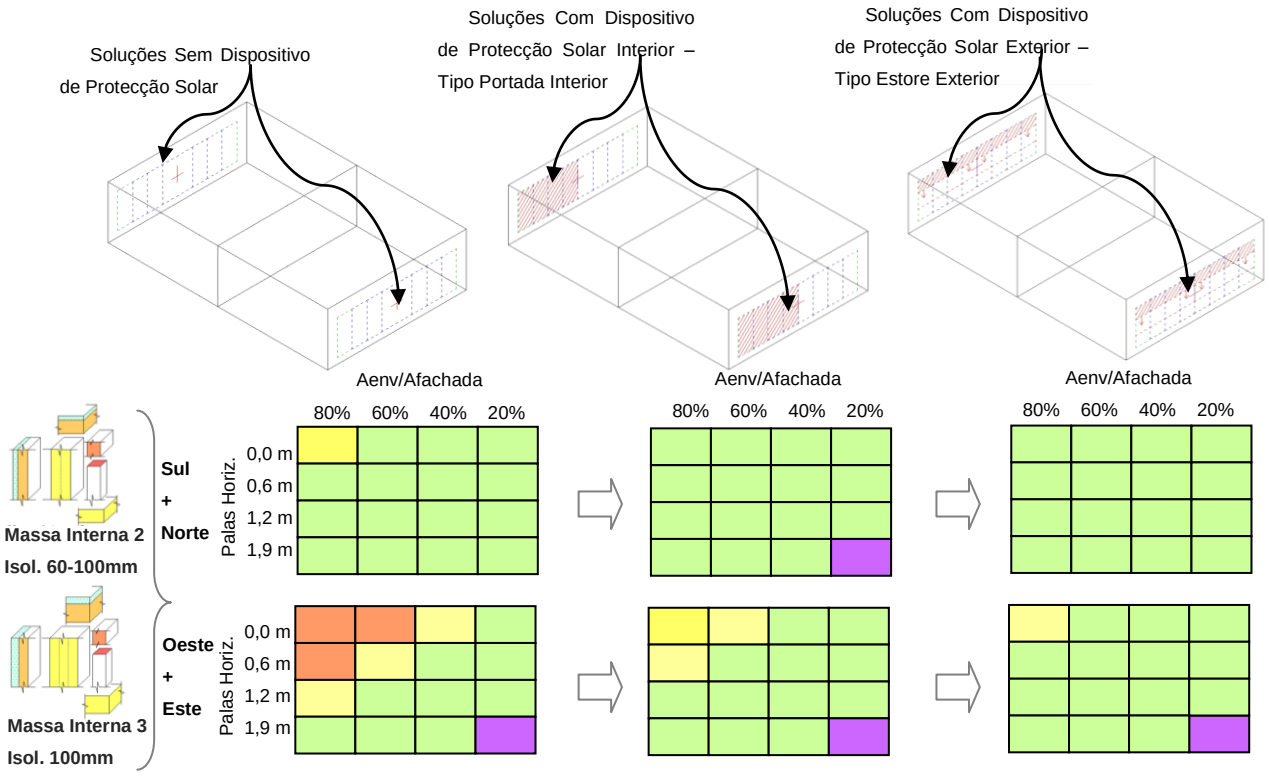


Figura 5.10: Esquema Gráfico referente aos resultados obtidos para as diversas soluções da Matriz, com Massa Térmica II e III com isolamento térmico de 60mm e 100mm, Modelo 2 em andar Cobertura.

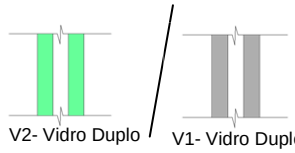
Tendo em conta todas as soluções da matriz correspondente ao Modelo2 em andar cobertura, verifica-se que independentemente da presença do ou não de dispositivos de protecção solar (interior ou exterior), da área de envidraçado, da orientação, do tipo de vidro, da presença ou não de palas de diferentes dimensões, de diferentes taxas de ventilação; foram aquelas com massa térmica II ou III associadas a um graus de isolamento de 60mm ou 100mm a corresponderem a um leque de opções mais alargado, os quais tenderam a não apresentar maior dispêndio de energia e maior desconforto, tanto na estação quente e fria. Estas condições foram identificadas para soluções sem qualquer dispositivo de protecção solar, mas principalmente para aquelas que apresentam dispositivo de protecção solar junto aos envidraçados (portada interior ou estore exterior).

Assim, verifica-se que é possível obter condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia (dentro dos limites estabelecidos para este estudo, Capítulo IV), para unidades habitacionais correspondentes ao Modelo 2 localizadas em andar cobertura com diferentes áreas de envidraçados e orientações presentes na Matriz, desde fachadas com 20% de envidraçado a 80% de envidraçado; sendo assim apresentado para os profissionais da área um leque de opções (soluções com desempenho dentro dos limites estabelecidos).

As soluções com área de envidraçado superior a 60% da fachada, maior atenção deve ser dada as questões arrefecimento (Verão), principalmente para aquelas orientadas a Oeste+Este que apresentam palas de dimensões inferiores a 0.60m e sem qualquer dispositivo de protecção solar (interior ou exterior). Entretanto, soluções com área de envidraçado correspondendo a 20% da fachada e com palas superiores a 1,90m de largura, deve-se ter um maior cuidado na estação de aquecimento, maior preocupação Inverno.

5.3.1 Síntese Resultados Análise de Sensibilidade

Nas figuras que se seguem encontram-se as características construtivas a terem maior influência sobre os resultados de desempenho térmico em unidades com grandes proporções de envidraçados. Assim disponibilizando aos profissionais um conjunto de indicações de utilidade numa fase inicial de projecto.

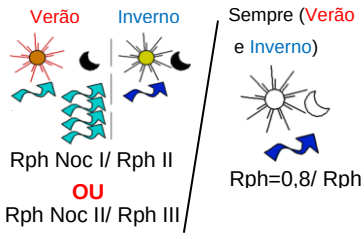


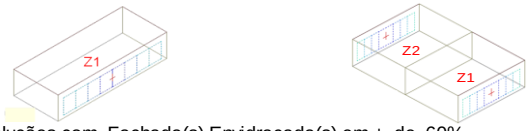
Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

	Modelo1				Modelo 2	
	Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
sem palas	até 15%(cober.) e 35% (intermed.) melhor	até 20% melhor	até 20% melhor	até 5% melhor	até 10% melhor	até 20% melhor
0,60 m Palas Horiz.	até 15% pior	até 15% melhor	até 15% melhor		até 10% pior	até 15% melhor
1,20 m Palas Horiz.	até 20% pior	até 10% melhor	até 10% melhor			até 10% melhor
1,90 m Palas Horiz.	até 20% pior	até 5% melhor	até 5% melhor			até 5% melhor

Figura 5.11: Quadro Resumo com valores de potenciais influências do tipo de vidro (contemplados na Matriz).

De modo geral, para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados (em andar intermédio e de cobertura), alterar o tipo de vidro de vidro duplo incolor (V1) para um vidro de baixa emissividade (V2) contemplados no estudo, pode proporcionar melhoras até 20%, principalmente para soluções orientadas a Oeste e Este. Para as soluções orientadas a Sul (Modelo1) e a Sul+ Norte (Modelo2), esta alteração nem sempre proporciona melhoras de desempenho (quando com palas horizontais de dimensões superiores a 0,60m); sendo assim esta uma estratégia interessante para as soluções sob estas orientações quando não apresentam qualquer dispositivo de protecção e palas horizontais. Quanto maior a largura das palas menor é a influência de facto do tipo de vidro.





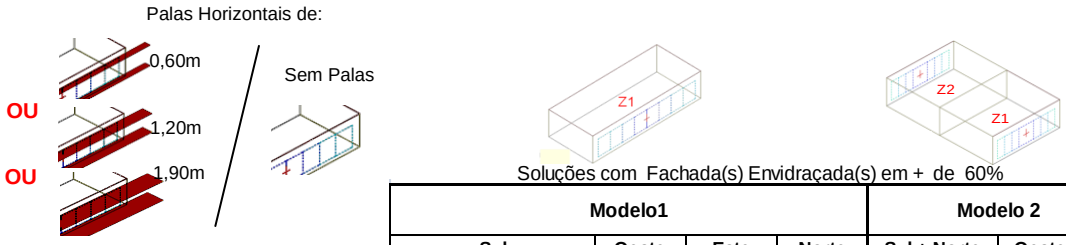
Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

		Modelo1				Modelo 2	
		Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
com V1 (duplo incolor)	Rph Noc I/ Rph 0,8	até 25% melhor	até 20% melhor	até 15% melhor	até 5% melhor	até 15% melhor	até 20% melhor
	Rph Noc II/ Rph 0,8	até 40% melhor	até 35% melhor	até 25% melhor	até 15% melhor	até 25% melhor	até 30% melhor
com V2 (duplo baixo emissivo)	Rph Noc I/ Rph 0,8	até 20% melhor	até 15% melhor	até 10% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 10% melhor
	Rph Noc II/ Rph 0,8	até 30% melhor	até 25% melhor	até 20% melhor	até 10% melhor	até 15% melhor	até 20% melhor

Figura 5.12: Quadro Resumo com valores de potenciais influências do tipo de taxas de ventilação natural (contemplados na Matriz).

Em termos gerais, para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados (em andar intermédio e de cobertura), alterar a estratégia de ventilação natural de RphI com taxas de renovação constante de 0,80 h^{-1} para um Rph Noc II (promoção da ventilação nocturna Verão, 19h as 00horas com uma taxa de renovação 3 h^{-1}) e Rph Noc II (promoção da ventilação nocturna Verão, 19h as 00horas com um Rph 3 h^{-1} e das 00horas as 9h com um Rph 2 h^{-1}), pode proporcionar melhoras até 40% (soluções orientadas a Sul) 25%-30% (soluções orientadas a Este, Oeste, Este+Oeste, Sul+Norte) até 15% (soluções orientadas a Norte). Alterar a

estratégia de ventilação pode proporcionar mudanças de desempenho mais significativas do que as verificadas com os tipos de vidros contemplados no estudo.



Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

		Modelo1				Modelo 2	
		Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
com V1 (duplo incolor)	palas 0,60 m/sem palas	até 30%(cober.) e 40% (intermed.) melhor	até 10% melhor	até 10% melhor	até 5% melhor	até 15% melhor	até 10% melhor
	palas 1,20 m/sem palas	até 35%(cober.) e 55% (intermed.) melhor	até 20% melhor	até 20% melhor			até 15% melhor
	palas 1,90 m/sem palas	até 25%(cober.) e 45% (intermed.) melhor				até 20% pior	até 20% melhor
com V2 (duplo baixo emissivo)	palas 0,60 m/sem palas	até 20% melhor	até 10% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 10% melhor
	palas 1,20 m/sem palas			até 10% melhor		até 5% melhor e até 5% pior	
	palas 1,90 m/sem palas	até 20% pior (cober.) e 30% pior (intermed.)				até 20% pior	

Figura 5.13: Quadro Resumo com valores de potenciais influências da largura das palas horizontais (contempladas na Matriz).

Para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados (em andar intermédio e de cobertura), introduzir palas horizontais de 0,60m a 1,90m, pode proporcionar melhoras até 35% (soluções orientadas a Sul) 25%-20% (soluções orientadas a Este, Oeste, Este+Oeste, Sul+Norte) até 5% (soluções orientadas a Norte). Algum cuidado deve-se ter com o dimensionamento das palas horizontais (fixas), nem sempre a ideia de quanto maior for a largura da pala horizontal corresponde de facto a um melhor desempenho, pois estas podem proporcionar melhoras de desempenho na estação de arrefecimento, mas em contra partida podem evitar o favorecimento de ganhos na estação de aquecimento, proporcionando um resultado global não tão favorável.

Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

		Modelo1				Modelo 2	
		Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
com V1 (duplo incolor)	Portada I (+ Rph=0,8)	até 30% melhor	até 20% melhor	até 30% melhor	até 20% melhor	até 25% melhor	até 30% melhor
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 50% melhor	até 40% melhor	até 40% melhor	até 25% melhor	até 35% melhor	até 40% melhor
	Portada III (+ Rph Noc II)	até 75% melhor	até 60% melhor	até 60% melhor	até 40% melhor	até 40%(cober.) e 60% (inter.) melhor	até 55% melhor
com V2 (duplo baixo emissivo)	Portada I (+ Rph=0,8)	até 15%(cober.) e 25% (intermed.) melhor	até 15% melhor	até 20% melhor	até 10% melhor	até 15% melhor	até 20% melhor
	Portada II (+ Rph Noc I)	até 25%(cober.) e 40% (intermed.) melhor	até 25% melhor	até 25% melhor	até 10% melhor	até 20% melhor	até 25% melhor
	Portada III (+ Rph Noc II)	até 45%(cober.) e 70% (intermed.) melhor	até 40% melhor	até 45% melhor	até 20% melhor	até 30% melhor	até 35% melhor

Figura 5.14: Quadro Resumo com valores de potenciais influências do tipo de portadas interiores (contemplados na Matriz).

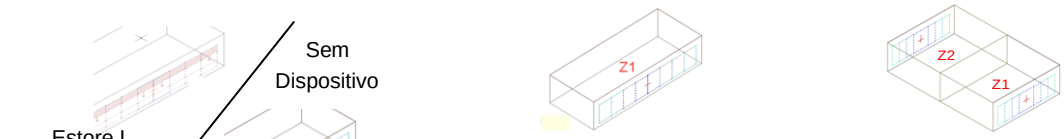
As soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados (em andar intermédio e de cobertura), ao se introduzir dispositivos de protecção interior do tipo portada, pode proporcionar melhoras de desempenho, em:

- 75% (soluções orientadas a Sul) 55%-60% (soluções orientadas a Este, Oeste, Este+Oeste, Sul+Norte) até 40% (soluções orientadas a Norte); quando com dispositivo de protecção interior com uma camada de isolamento térmico de 20mm;

- 50% (soluções orientadas a Sul) 40% (soluções orientadas a Este, Oeste, Este+Oeste, Sul+Norte) até 25% (soluções orientadas a Norte); quando com dispositivo de protecção interior sem camada de isolamento térmico.

Desta forma, a introdução de dispositivos de protecção semelhantes a estes podem proporcionar melhoras significativas em unidades habitacionais com tais características de envidraçados.

Os resultados acima descritos referem-se aos diferentes tipos de portadas contempladas na Matriz, as quais estão associadas a distintas situações de ventilação natural (também contemplados na Matriz); sendo estes correspondentes a situações correntes (verificadas ao longo do processo de monitorização) no que se refere a utilização dos envidraçados e dispositivos de protecção junto aos mesmos.

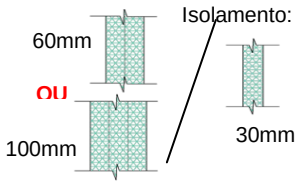


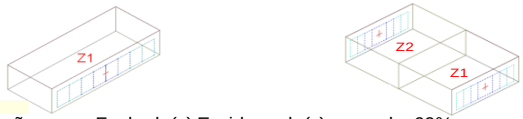
		Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%					
		Modelo1				**Modelo 2**	
		Sul	**Oeste**	**Este**	**Norte**	**Sul + Norte**	**Oeste+Este**
com V1 (duplo incolor)	Estore I (+ Rph=0,8)	até 40% melhor	até 25% melhor	até 55% melhor	até 20% melhor	até 25% melhor	até 35% melhor
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 65% melhor	até 50% melhor	até 65% melhor		até 40% melhor	até 55% melhor
	Estore III (+ Rph Noc II)	até 65% melhor	até 50% melhor	até 60% melhor		até 35% melhor	até 45% melhor
com V2 (duplo baixo emissivo)	Estore I (+ Rph=0,8)	até 15%(cober.) e 30% (intermed.) melhor	até 20% melhor	até 35% melhor	até 10% melhor	até 15% melhor	até 25% melhor
	Estore II (+ Rph Noc I)	até 35%(cober.) e 55% (intermed.) melhor	até 35% melhor	até 45% melhor		até 20% melhor	até 35% melhor
	Estore III (+ Rph Noc II)	até 30%(cober.) e 55% (intermed.) melhor	até 30% melhor	até 35% melhor		até 15% melhor	até 30% melhor

Figura 5.15: Quadro Resumo com valores de potenciais influências do tipo de estores exteriores (contemplados na Matriz).

Para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados (em andar intermédio e de cobertura), introduzir dispositivos de protecção exterior do tipo estore, pode proporcionar melhoras até 50%-65% (soluções orientadas a Sul, Este, Oeste, Este+Oeste), até 35% (soluções orientadas a Sul+Norte) até 20% (soluções orientadas a Norte). A introdução de dispositivos de protecção pelo exterior deste género, os quais permitem maior flexibilidade de adaptação e controlo das condições exteriores, demonstraram grande potencial quanto a promoção de melhoras de desempenho em unidades habitacionais com grandes áreas de envidraçados.

Os resultados acima descritos referem-se aos diferentes tipos de estores contemplados na Matriz, os quais estão associados a distintas situações de ventilação natural (também contemplados na Matriz); sendo estes correspondentes a situações correntes (verificadas ao longo do processo de monitorização) no que se refere a utilização dos envidraçados e dispositivos de protecção junto aos mesmos.



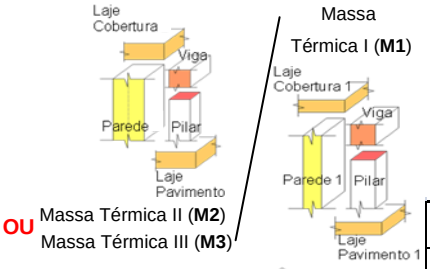


Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

		Modelo1				Modelo 2	
		Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
Andar Intermédio	Isolamento 60mm / isolamento 30mm	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor
	Isolamento 100mm / isolamento 30mm	até 10% melhor				até 10% melhor	
Andar Cobertura	Isolamento 60mm / isolamento 30mm	até 20% melhor	até 15% melhor	até 15% melhor	até 15% melhor	até 15% melhor	até 15% melhor
	Isolamento 100mm / isolamento 30mm	até 30% melhor	até 20% melhor	até 20% melhor	até 20% melhor	até 25% melhor	até 20% melhor

Figura 5.16: Quadro Resumo com valores de potenciais influências da espessura do isolamento térmico na envolvente opaca (contemplados na Matriz).

Para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados com fachadas envidraçadas em mais de 60% (área da envolvente opaca reduzida relativamente a área de envidraçado), alterar o grau de isolamento na envolvente exterior pode proporcionar melhoras até 10% quando estão localizadas no edifício em andar intermédio, e até 20%-30% quando estão localizadas em andar cobertura.



Soluções com Fachada(s) Envidraçada(s) em + de 60%

		Modelo1				Modelo 2	
		Sul	Oeste	Este	Norte	Sul + Norte	Oeste+Este
Andar Intermédio	Massa Térmica II / Massa Térmica I	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor
	Massa Térmica III / Massa Térmica I						
Andar Cobertura	Massa Térmica II / Massa Térmica I	até 10% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor	até 5% melhor
	Massa Térmica III / Massa Térmica I	até 15% melhor	até 10% melhor	até 10% melhor	até 10% melhor	até 10% melhor	até 10% melhor

Figura 5.17: Quadro Resumo com valores de potenciais influências da massa térmica (contemplados na Matriz).

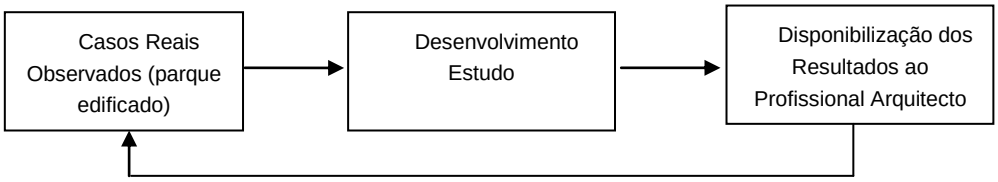
Para as soluções da Matriz correspondentes a ambos os modelos estudados com fachadas envidraçadas em mais de 60% (área da envolvente opaca reduzida relativamente a área de envidraçado), os diferentes conjuntos de massa térmica contemplados no estudo proporcionaram resultados de desempenho que diferiram em até 5% entre as soluções localizadas em andar intermédio, e até 10%-15% quando localizadas em andar cobertura.

Assim, em termos de influência sobre os resultados de desempenho em soluções/ unidades com grandes áreas de envidraçados, foram primeiramente os dispositivos de protecção exterior e interior, posteriormente as estratégias de ventilação e o adequado dimensionamento das palas horizontais a demonstrarem maior potencial de melhorias.

Desta forma, verifica-se que <u>é possível</u> obter condições interiores de temperatura que não conduzam a maiores dispêndios de energia (dentro dos limites estabelecidos para este estudo, Capítulo IV), para unidades habitacionais correspondentes ao Modelo 1 e 2 localizadas tanto em andar intermédio como em andar cobertura; com diferentes áreas de envidraçados (fachadas com 20% de envidraçado a 80% de envidraçado) e orientações presentes na Matriz; tendo sido possível observar um conjunto vasto de opções a soluções semelhantes a estas com envidraçados de grandes proporções.

5.4 Relevância do Estudo e Inovação

A verificação do desempenho térmico de edifícios com grandes áreas de envidraçados existentes no parque edificado nacional (Lisboa), quando submetidos a condições climáticas exteriores (Inverno e Verão); mostrou-se uma metodologia de extrema importância, pois permitiu através da observação de situações reais, avaliar as condições de conforto térmico, o comportamento dos ocupantes (padrões reais), condicionadas pelas soluções construtivas e opções arquitectónicas (orientação e área dos vãos envidraçados). Esta abordagem constitui um aspecto importante do estudo, na medida em que os estudos subsequentes desenvolveram-se sempre apoiados em situações concretas.



O processo de calibração (comparação dos resultados experimentais com os provenientes dos estudos de simulação) permitiu construir modelos representativos da realidade e, deste modo, possibilitar uma maior fiabilidade nos resultados obtidos nos estudos subsequentes.

Neste estudo procurou-se percorrer um espectro alargado de soluções representativas e correntes na construção nacional, soluções que de modo geral correspondem a diferentes combinações entre os principais elementos de um Sistema Solar Passivo, tendo sido tomado como principal elemento balizador a área de envidraçado (elemento de captação). Um aspecto importante a ser realçado é o facto de os resultados sempre serem apresentados em termos das condições interiores de temperatura e das necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento, evidenciando o interesse sobre o desempenho térmico e energético de unidades com envidraçados de grandes proporções, no Verão e no Inverno separadamente, mas ainda de forma integrada (sendo fornecido resultados globais que permitem uma rápida comparação entre soluções).

Relativamente aos resultados, obtidos por simulação em regime dinâmico e termostático após o processo de calibração, estes podem ser observados e consultados de diferentes formas ao longo do estudo, seja através das análises desenvolvidas ou através da Base de Dados interactiva construída em ambiente Excel. Os resultados apresentados são disponibilizados na perspectiva de auxiliar os profissionais nas tomadas de decisões.

O presente estudo tem um carácter inovador devido a:

- Incidir no sector residencial, em edifícios construídos nas duas últimas décadas (após a entrada em vigor de mecanismos reguladores da qualidade térmica de edifícios em Portugal), em que a envolvente exterior, mais propriamente nas fachadas, a área correspondente aos envidraçados tem valores superiores à área da envolvente opaca vertical (paredes fachadas);

- Monitorizar, calibrar e simular unidades habitacionais com modelos detalhados representativos das habitacionais monitorizadas e subsequente construir modelos simplificados (tipologias comummente presente em edifícios residenciais) capazes de responder a diferentes condições e permitir extrapolar para um universo situações não contempladas na amostra inicial;

- Fornecer um leque de opções referente às variações paramétricas presentes no estudo, as quais permitem obter condições interiores de temperatura que conduzam a menor dispêndio de energia, e identificar as situações que potenciam condições de temperatura interior tais que originam valores mais elevados das necessidades de aquecimento e de arrefecimento;

- Disponibilizar os resultados qualitativamente e quantitativamente, em termos de temperatura interior e necessidades energéticas a partir de uma base de dados construída para o efeito em ambiente Excel.

5.5 Trabalhos Futuros

O presente trabalho permitiu evidenciar a importância que se reveste a integração de sistemas de ganho directo para minimizar as necessidades de energia para aquecimento e como, no período de verão, importa que os mesmos sejam desactivados. Ainda no Verão foi evidenciado a importância a adopção de estratégias de dissipação de calor – ventilação nocturna.

Os Modelos calibrados poderão servir de base para o desenvolvimento de estudos regulamentares. Com base nos parâmetros estudados e nos resultados já observados referente aos modelos desenvolvidos ao longo deste estudo, poder-se-á equacionar a possibilidade de os mesmos serem utilizados para balizarem requisitos regulamentares específicos para edifícios com grande área de envidraçados.

Dever-se-á aprofundar ainda as situações identificadas ao longo do estudo como sendo extremas que apontam para condições interiores que conduzam a um consumo de energia excessivo, em ambas as estações.

Poder-se-ia ainda, no âmbito do conforto adaptativo, compatibilizar o padrão de utilização e de ocupação de unidades habitacionais com grandes áreas de envidraçados e explorar até que ponto o utilizador pode de facto contribuir para um melhor desempenho de unidades com tais características, interagindo com os elementos/dispositivos junto aos envidraçados.

Verificação da possibilidade de maior flexibilidade e dinamismo de possíveis dispositivos e elementos presentes na pele de edifícios com grandes áreas de envidraçados voltados para o sector residencial, os quais podem estar associados a diferentes estratégias passivas e a sistemas de captação de energia.

Tendo em conta os modelos calibrados e resultados obtidos para diferentes soluções da Matriz, poder-se-ia desenvolver de forma integrada o desempenho térmico e lumínico de soluções com grandes áreas de envidraçado, ou seja, estudos que envolvam a verificação do grau de luminância, uniformidade lumínica e encandeamento, bem como a verificação de compatibilidades ou incompatibilidades com as questões térmicas.

No âmbito do conforto acústico verificar de forma integrada o desempenho térmico e acústico de soluções com grandes áreas de envidraçados., estudos estes que poderão permitir verificarem as compatibilidades ou incompatibilidades com as questões térmicas (edifícios com grandes áreas de envidraçados).

Este estudo poderia ser replicado para edifícios residenciais com outros sistemas passivos, nomeadamente, espaços estufa e paredes de Trombe. Assim, a partir de uma análise metodológica análoga seria possível, avaliar a influência dos ocupantes na utilização e consequente desempenho de tais sistemas.

A avaliação dos Sistemas Passivos para diferentes zonas climáticas deverá ser concretizada por forma a definir linhas de orientação a nível nacional para os Arquitectos e Profissionais envolvidos no Projecto, bem como a verificação do comportamento de outras tipologias, outros casos de estudo e outras soluções construtivas tornando-se assim um processo evolutivo e dinâmico de expansão da Matriz, sempre antecedido por uma fase de monitorização e de calibração de novos modelos.

Tendo em conta que o estudo apresenta as necessidades energéticas para arrefecimento e aquecimento para diferentes soluções da Matriz, estas podem ser adoptadas em estudos continuados relativamente a edifícios de baixo consumo, edifícios energeticamente auto-suficientes ou com capacidade de cedência de energia para a rede.

Ainda no âmbito da estratégia definida na reformulação da Directiva Europeia importa efectuar estudos relacionados com a capacidade de integração de sistemas renováveis como elementos presentes e fazendo parte do próprio edifício: fachadas, dispositivos de protecção exteriores (palas, portadas, grandes painéis amovíveis/ou não exteriores), coberturas, fachadas, e elementos arquitectónicos.

Referências Bibliográficas

[1] http://www.adene.pt/pt-pt/Actividades/Documents/EE_EdRes_enerbuilding.pdf

[2] http://energia2020.fc.ul.pt/energia2020/docs/SumarioEficiencia%20Energetica_HelderGoncalves.pdf

[3] http://www.dgge.pt/: Caracterização Energética Nacional

http://www.dgge.pt/ Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010

[4] Programa *E4 (p3e):* www.p3e-portugal.com

[5] Directiva [2002/91/CE] do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002: relativa ao "Desempenho Energético dos Edifícios".

[6] [Dec.Lei 80/2006] RCCTE: *Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios,* Decreto-Lei N. 80/06 de 4 de Abril.

[7] [Dec.Lei 79/2006] RCESE: *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios*, Decreto-Lei N. 79/06 de 4 de Abril.

[8] [Dec.Lei 78/2006 SCE: *Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios*, Decreto-Lei N. 78/06 de 4 de Abril.

[9] Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015 [Resolução do CM nº 80/2008 de 20 de Maio de 2008].

[10] Directiva [2006/32/CE] do Parlamento Europeu e do Conselho de 05 de Abril de 2006: relativa ao "À eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e que revoga a Directiva 93/76/CEE".

[11] [EU 2020 Targets], European Comission – Europa 2020: http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm e http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm

[12] "Roteiro para a transição para uma economia de baixo carbono competitivo em 2050" European Comission Climate Action.

[13] (Plano SET); http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm

http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/doc/setplan_brochure.pdf

http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/doc/2009_comm_investing_development_low_carbon_technologies_en.pdf

[14] Revisão da Directiva do Desempenho Energético dos Edifícios (Recast of EPBD).

[15] Net Zero Energy Buildings-IEA Task 40

http://www.ieashc.org/publications/downloads/task40Net_Zero_Energy_Solar_Buildins.pdf

[16] Neufert, Peter; Neff, Ludwig: *Casa, apartamento, Jardim*, Editorial Gustavo Gili SA, Barcelona 1999.

[17] Vianna, Nelson Solano; Gonçalves, Joana Carla: *Iluminação e Arquitetura*, Virtus S/C LTDA, São Paulo, 2001.

[18] http://www.colegiodearquitetos.com.br

[19] http://www.infopedia.pt)

[20] www.thefreedictionary.com/window

[21] www.yourdictionary.com/window

[22] www.wordiq.com/definition/Window

[23] Wikipédia

[24] http://www.priberam.pt/

[25] Bachmann, Maria da Graça Xavier da Fonseca e Costa: *Paredes Exteriores no contexto arquitectónico*. Tese de Doutoramento, Lisboa 1992.

[26] Benevolo, Leonardo: *História da Cidade*, Editora Perspectiva 2ª Edição, São Paulo 1993.

[27] da Silva, António Pereira; Torres, Carlos Pietra; Barros, Mafalda Magalhães; Arriaga, Teresa; Reis, Teresa Costa: *Lisboa - Prémio Valmor,* Edição Câmara Municipal de Lisboa Pelouro de Licenciamento Urbanístico e Reabilitação Urbana Lisboa 2004.

[28] Lamberts, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando*: Eficiência Energética na Arquitetura – Procel*, PW Editores, São Paulo 1997.

[29] Caram, Rosana: http://casa.abril.com.br/arquitetura/livre/edicoes/0244/portas/mt_247215.shtml

[30] RCCTE: *Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios,* Decreto-Lei N. 40/90 de 6 de Fevereiro.

[31] Frota, Anésia Barros; Schiffer, Sueli Ramos: *Manual do Conforto Térmico*, Studio Nobel, São Paulo, 2000.

[32] Mendonça, Paulo: *Habitar Sob Uma Segunda Pele: Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados*, Tese de Doutoramento (2005).

[33] Incropera P. Frank; De Witt, *David P.: Fundamentals of Heat and Mass Transfer - 7th Edition*, John Wiley & Sons 2011.

[34] Heschong, Lisa*: Thermal Delight in Architecture,* The MIT Press 1979.

[35] Bouges, B: *Climate Data Handbook for Europe*, Kluwer Academic Publishers, London, 1992.

[36] Trewartha, Glenn; Horn, Lyle: *An Introduction to Climate*, Mc Graw-Hill International Book Company 1980.

[37] Chandler, T. J.: *Urban climatology and its relevance to urban design*, WMO Technical Note 149, Geneve, 1976.

[38] Torben Dahl: *Climate and Architecture,* Routledge; 1 edition (December 13, 2009).

[39] Gerhard Hausladen; Michael de Saldanha; Petra Liedl ; Christina Sager: *ClimateDesign,* Birkhäuser Architecture; 1 edition (October 13, 2001).

[40] Hulme et al. *Climate Change Scenarios for the United Kingdom*. The UKCIP02 Scientific Report, Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK.120pp (2002).(available from http://www.ukcip.org.uk/resources/publications).

[41] Brown, Robert D.; Gillespie, Terry J.: *Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency,* Wiley; 1 edition (August 1995).

[42] Aguiar, R., Carvalho M. J. (2007). *SolTerm v.5 (2007) – Análise de desempenho de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos*. INETI, Lisboa.

[43] Aguiar, R., Carvalho M. J. (2007). *SolTerm v.5 (2007) – Base de dados Climáticos para Portugal*. INETI, Lisboa.

[44] Alcoforado, M. J.M, Lopes, A., Andrade, H.; Vasconcelos, J. : *Relatório 4 - Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa,* Lisboa 2005.

[45] Alcoforado, M. J.M: *O clima na região de Lisboa. Vento, insolação e temperatura.* Faculdade de letras da Universidade de Lisboa, Lisboa 1988.

[46] *ANSI/ASHRAE Standard 55-* Thermal environmental conditions for human occupancy*. ASHAE Inc. 2004.*

[47] ISO 7730. *Ergonomics of thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Geneva: International organization for standardization (2005).

[48] Fanger, P. O.: *Thermal comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering*, Mc Graw-Hill, 1970.

[49] Baker, N e Standeven, M.S.: *Thermal comfort for free-running buildings*. Energy and Buildings, v.23, n.3, p.175-182. (1996).

[50] Humphreys, M. A. e Nicol, J.F.: *Do people like feel "neutral"? Response to The ASHRAE Scale of Subjective Warmth in Relation to Thermal Preference, Indoor and Outdoor Temperature*. ASHRAE Annual Meeting. Nashville, US: ASHRAE (2004) p.543-551.

[51] Humphreys, M. A. e Nicol, J.F.: *Derivation of the Adaptative Equations for Thermal Comfort in Free-Running Buildings in European Standard EN 15251*. Building and Environment 45 (2010) 11-17.

[52] Olesen, B. W. e Parsons, K.C.: *Introduction to Thermal Comfort Standards and to the Propose New Version of EN ISO 7730*. Energy and Buildings, v.34, n.6, 2002/7, p.537-548 (2004).

[53] Olgyay, Victor: *Design with Climate*, Princeton University Press, Princeton USA, 1973.

[54] Olgyay, Victor: *Solar Control & shading devices*, Princeton University Press, Princeton USA, 1976.

[55] Givoni, Baruch: *Climate considerations in building and urban design*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1998.

[56] Givoni, Baruch: *Passive and low energy cooling of buildings*, John Wiley, New York, 1994.

[57] Givoni, Baruch: *Comfort, climate analysis and building design guidelines*, Energy and Building, vol.18, july/92, pp.11-23, 1992.

[58] Givoni, Baruch: *Man, Climate and architecture*, ASP, London, 1969.

[59] Givoni, Baruch: *Urban design in different climates,* WMO Technical Note 346, Geneve, 1989.

[60] Santamouris, Mat (Editor): *Environmental design of urban buildings: An integrated approach*, Earthscan, London, Sterling, VA, 2006.

[61] Santamouris, M.: *Solar Thermal technologies for buildings – The State of Art*, James & James 2003.

[62] Santamouris, M.; Athienitis A. K.: *Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings*, James & James, 2002.

[63] Santamouris, M.; Asimakopoulis, D.: *Passive Cooling of Buildings*, James & James, London 1996.

[64] Watson, Donald: *Climatic Design. Energy-Efficient Buildings Principles and Practices*, Mc. Graw-Hill, New York USA 1983.

[65] Watson, Donald: *Designing & Building a Solar House*, Garden Way Publishing, Vermont 1977.

[66] Schnieders, Jürgen und Wolfgang Feist: *Wärmebrückenfreies Konstruieren*, CEPHEUS-Projektinformation Nr. 6, Fachinformation PHI-1999/5, Darmstadt, Passivhaus Institut, Januar 1999.

[67] Schnieders, J., Feist, W., Pfluger, R. und Kah, O.: *CEPHEUS – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung, Endbericht*, CEPHEUSProjektinformation Nr. 22, Fachinformation PHI-2001/9, Darmstadt, Passivhaus Institut, Juli 2001.

[68] Yannas, Simos: *Solar Energy and Housing Design,* Volume 1: Principles, Objectives, Guidelines, Architectural Association Publications, London, 1994.

[69] Wright, David: *Natural Solar Architecture: A passive primer*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, Cinciinhati, Toronto, London, Melbourne, 1978.

[70] Steven Winter Association*: The Passive Solar Design and Construction Handbook,* Wiley 1997.

[71] Chiras, Daniel D.: *The Solar House: Passive Heating and Cooling,* Chelsea Green, 2002.

[72] Kachadorian, James: *Passive Solar House: The Complete Guide to Heating and Cooling Your Home,* Chelsea Green 2006.

[73] Bainbridge, David A.; Haggard, Ken: *Passive Solar Architecture: Heating, Cooling, Ventilation, Daylighting and More Using Natural Flows,* Chelsea Green Publishing 2011.

[74] Haggard, Ken; Bainbridge, David A.; Aljilani, Rachel: *Passive Solar Architecture Pocket Reference (Ises: International Solar Energy Society,* Routledge 2010.

[75] Goulding, John R.; Lewis, J. Owen; Steemers, Theo C.: *Energy in Architecture: the European Passive Solar Handbook*, Commission of the European Communities, 1992.

[76] Gonçalves, Hélder; Camelo, Susana: *Os Edifícios Bioclimáticos a Integração das Energias Renováveis e os Sistemas Energéticos*, INETI, Lisboa 2008.

[77] Gonçalves, Hélder; Graça, João Mariz: *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*, INETI, 2004.

[78] Gonçalves, Hélder; Cabrito, Pedro; Panão, Marta; Patrício, Anita: *Edifícios Solares Passivos em Portugal*, INETI, Lisboa, 1997.

[79] Gonçalves, H. J. P: *Interacção de sistemas solares passivos de ganho directo e de ganho indirecto. Estudo numérico e experimental,* Porto 1990.

[80] Gonçalves, H.; Panão, M.; Camelo, S.; Ramalho, A.; Graça, J. M.; Aguiar, R.: *Ambiente Construído, Clima Urbano, Utilização Racional de energia nos Edifícios da Cidade de Lisboa,* Lisboa 2004.

[81] Gonçalves, H.; Panão, M.; Camelo, S.; Ramalho, A.; Graça, J. M.; Aguiar, R.: *Summer Behaviour of Dwellings in Lisbon,* Lisboa 2004.

[82] Gonçalves, H.; Panão, M.; Camelo, S.; Ramalho, A.; Graça, J. M.; Aguiar, R.:: *Ambiente Construído e Condições de Conforto Térmico,* Portugal 2002.

[83] Gonçalves, H.; Ramalho, A.; Silva, C. Rodrigues*: Comportamento Térmico do Edifício Solar XXI – Primeiros Resultados,* Lisboa 2006.

[84] Oliveira, A.: *Método Simplificado para Avaliação do Comportamento Térmico de Edifícios Solares Passivos.* Teses de Doutoramento, FEUP, Porto 1989.

[85] Moita, Francisco: *Energia Solar Passiva,* Argumentum, Lisboa 2010.

[86] Canha da Piedade, A.: *Um Modelo Experimental para Análise de Técnicas Solares Passivas e de Conservação de Energia em Edifícios.* RESB nº9, 1985.

[87] Gomes, R. J.: *Condicionamento Climático da Envolvente dos Edifícios para Habitação*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa 1962.

[88] Santamouris, M.; Allard, Francis: *Natural Ventilation in Buildings – A Design Handbook*, James & James, 1998.

[89] Liddament, Martin W.: *A Guide to Energy Efficient Ventilation,* International Energy Agency, AIVC, Oscar Fager Plc, 1996.

[90] Saraiva, J.: *A Non Dimensional Approach to Natural Ventilation.* World Renewable Energy Congress, 1990.

[91] Toledo, E.: *Ventilação Natural nos edifícios*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1967.

[92] Afonso e Maldonado no desenvolvimento de um método. *A Single Tracer-Gas Method to Characterize Multi-Room Air Exchanges*. Energy and Buildings, v.9, n.4, p.273-280, 1986.

[93] Lewis, J. Owen: *A Green Vitruvius - Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*, James & James (Science Publishers) Ltd. For the European Commission, Directorate General XVII for Energy and the Architect's Council of Europe , London, 1999.

[94] Lechner, Norbert: *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects,* Wiley 2008

[95] Stang, Alanna; Hawthorne, Christopher: *The Green House: New Directions in Sustainable Architecture,* Princeton Architectural Press (April 28, 2010).

[96] Jodidio, Philip: *Green: Architecture Now!,* TASCHEN America Llc; 1st edition (April 1, 2009).

[97] Wines, James: *Green Architecture,* Taschen (May 1, 2000).

[98] Szokolay, Steven V. dip. arch. m.arch. PhD : *Introduction to Architectural Science, Second Edition: The Basis of Sustainable Design.* Architectural Press; 2 edition (August 29, 2008).

[99] Gissen, David (Editor): *Big & Green*, Princeton Architectural Press, New York, 2002.

[100] Ray-Jones, Anna (Editor): *Sustainable Architecture in Japan: The Green Buildings of Nikken Sekkei*, Wiley-Academy, 2000.

[101] Hegger, Manfred; Fuchs, Matthias; Stark, Thomas; Zeumer, Martin: *Energy Manual: Sustainable Architecture,* Birkhäuser Architecture; 1 edition (October 10, 2008).

[102] Williams, Daniel E.: *Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning,* Wiley; 1 edition (May 1, 2007).

[103] Kibert, Charles*: Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery, Second Edition,* Wiley 2007.

[104] Means, R. S.: *Green Building: Project Planning and Cost Estimating (RSMeans),* RSMeans 2010.

[105] Yudelson, Jerry: T*he Green Building Revolution,* Island Press (October 30, 2007).

[106] Serrats, Marta: *150 Best Eco House Ideas.* Harper Design (February 8, 2011).

[107] Cristina Paredes Benitez (Author), Alex Sanchez Vidiella: *Small Eco Houses: Living Green in Style,* Universe (November 2, 2010).

[108] Cooper, R; Evans, G.; Boyko, C.: *Designing Sustainable Cities,* Wiley & Sons 2009.

[109] Anderson, Bruce: *Solar Energy: Fundamentals in Building Design*, McGraw- Hill Book Company, USA 1977.

[110] Kubba, Sam: *Leed – Practices, Certification and Accreditation Handbook*, Elsevier 2010.

[111] Kwok, Alison; Grondzik, Walter: *The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design,* Architectural Press; 1 edition (December 26, 2006).

[112] Meisel, Ari: *LEED Materials: A Resource Guide to Green Building,* Princeton Architectural Press; 1 edition (March 3, 2010).

[113] Anink, David; Chiel, Boonstra; Mak, John: *Handbook of Sustainable Building*, James & James, London, 1996.

[114] Johnston, David; Gibson, Scott: *Green from the Ground Up: Sustainable, Healthy, and Energy-Efficient Home Construction (Builder's Guide),* Taunton (April 1, 2008).

[115] Johnston, David; Gibson, Scott: *Toward a Zero Energy Home: A Complete Guide to Energy Self-Sufficiency at Home,* Taunton Press 2010.

[116] Chiras, Daniel: *The Homeowner's Guide to Renewable Energy: Achieving Energy Independence Through Solar, Wind, Biomass, and Hydropower,* New Society Publishers 2011.

[117] Chiras, Daniel: *Power from the Sun: A Practical Guide to Solar Electricity*, New Society Publishers 2009.

[118] Kemp, Willian H.: *The Renewable Energy Handbook, Revised Edition: The Updated Comprehensive Guide to Renewable Energy and Independent Living,* Aztext Press 2009.

[119] Guzowski, Mary*: Towards Zero-Energy Architecture: New Solar Design*, Laurence King Publishers 2010.

[120] Arasteh, Dariush; Carmody, John; Heschong, Lisa; Selkowitz, Stephen: *Residential Windows: A Guide to New Technologies and Energy Performance (Third Edition) ,* W. W. Norton & Company; Third Edition edition (August 17, 2007).

[121] Lerum, Vidar: *High-Performance Building,* Wiley; 1 edition (July 27, 2007).

[122] Goulding, John R.; Lewis, J. Owen; Steemers, Theo C.: *Energy Conscious Design: A primer for architects*, Commission of the European Communities, 1992.

[123] Sayigh, A.A.M.: *Renewable Energy- Solar and Low Energy Architecture*. UK, 1992.

[124] Milne, Murray (UCLA) : *Tools for Designing Zero Energy Homes: How Well Do They Work in Dublin*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[125] Gommans, Leo (Technical University Delft): *Energy performance of energy conscious buildings; between design and reality*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[126] Kyprianou Serghides, Despina (Cyprus University of Technology): *Zero Energy House - Integrated Design and the Human Factor* , PLEA Conference, Dublin 2008.

[127] Hernandez, Patxi (University College Dublin): *Defining Zero Energy Buildings - A life cycle perspective*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[128] Chávez, José Roberto García (Universidad Autónoma Metropolitana): *Sustainable Ecological Habitat: Towards Zero Energy Building*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[129] Wilde, Pieter de (University of Plymouth): *The impact of carbon modelling on domestic building design*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[130] Ramon, Anna Pagès (Technical University of Catalonia – UPC): *Moving the entire building sector towards low CO2 emissions*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[131] Verbeek, Griet; Hens, Hugo: *Life Cycle Inventory of Extremely Low Energy Dwellings*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[132] Gonçalves, Hélder; Nascimento, Carlos: *Prémio DGE 2003 – Eficiência Energética em Edifícios,* DGGE / IP-3E, Lisboa 2005.

[133] Schittich, Christian; Lang, Werner; Krippner, Roland: *In Detail: Building Skins,* Birkhäuser Architecture; Enlarged edition (October 19, 2002).

[134] Lovell, Jenny: *Building Envelopes: An Integrated Approach (Architecture Briefs),* Princeton Architectural Press (June 2, 2010).

[135] Knaack, Ulrich; Klein, Tillmann; Bilow, Marcel; Auer, Thomas: *Facades: Principles of Construction,* Birkhäuser Architecture; 1 edition (August 24, 2007).

[136] Bechthold, Martin: *Innovative Surface Structures: Technologies and Applications,* Taylor & Francis; 1 edition (March 20, 2008).

[137] Hausladen, Gerhard; Saldanha, Michael de; Liedl, Petra: *ClimateSkin: Building-skin Concepts that Can Do More with Less Energy,* Birkhäuser Architecture; 1 edition (March 11, 2008).

[138] Brock, Linda: *Designing the Exterior Wall: An Architectural Guide to the Vertical Envelope,* Wiley; 1 edition (June 20, 2005).

[139] Moe, Kiel: *Thermally Active Surfaces in Architecture,* Princeton Architectural Press; 1 edition (March 24, 2010).

[140] Klooster, Thorsten: *Smart Surfaces - and their Application in Architecture and Design,* Birkhäuser Architecture; 1 edition (June 29, 2005).

[141] Fox, Michael; Kemp, Miles: *Interactive Architecture, Princeton Architectural Press; 1 edition (September 16, 2009).*

[142] Kronenburg, Robert: *Flexible: Architecture that Responds to Change,* Laurence King Publishers; First Edition edition (May 17, 2007).

[143] Ochoa, Carlos (Technion - Israel Institute of Technology): *Intelligent facades in hot climates: energy and comfort strategies for successful application*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[144] Altomonte, Sergio: *Switchable Façade Technology in Environmental Design*, PLEA Conference, Dublin 2008.

[145] Crisinel, M.; Eekhout,M.; Haldimann, M.; Visser, R. : *EU COST C13 Glass and Interactive Building Envelopes - Final Report: Volume 1 Research in Architectural Engineering Series*, IOS Press 2007.

[146] Weller, Bernhard; Unnewehr, Stefan; Tasche, Silke; Härth, Kristina*: Glass in Building (Detail Practice),* Birkhäuser Architecture 2005.

[147] Schittich, Christian; Staib, Gerald; Balkow, Dieter; Schuler, Matthias; Sobek, Werner: *Glass Construction Manual (Construction Manuals),* Birkhäuser Architecture; 2nd, revised and expanded ed. edition (June 7, 2003).

[148] Murray, Scott: *Contemporary Curtain Wall Architecture,* Princeton Architectural Press; 1 edition (October 7, 2009).

[149] Loughran, Patrick: *Falling Glass,* Birkhäuser Basel; 1 edition (April 1, 2003).

[150] Richards, Brent: *New Glass Architecture,* Yale University Press; 1St Edition edition (October 2, 2006).

[151] Bell, Michael; Kim, Jeannie: Engineered Transparency: The Technical, Visual, and Spatial Effects of Glass, Princeton Architectural Press; 1 edition (November 4, 2008).

[152] Daab: *Glass Design (Design Books),* DAAB MEDIA (March 28, 2008).

[153] Uffelen, Van Chris: *Clear Glass: Creating New Perspectives,* Braun Publishing AG (November 1, 2008).

[154] McBride, Scott: *Windows and Doors (Build Like A Pro)*, Taunton (April 1, 2002).

[155] Arasteh, Dariush; Carmody, John; Lee, Eleanor S.; Selkowitz, Stephen: *Window Systems for High-Performance Buildings,* W. W. Norton & Company (December 15, 2003).

[156] Göteborg: *Windows in Building Design and Maintenance*, Sweden 1984.

[157] Ourghi, Ramzi; Al-Anzi, Adnan; Krarti, Moncef: *A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings*. ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, VL 48, n.1, p.300-305 (2007).

[158] Feldmann, Markus; Kasper, Ruth; Pilsl, Mascha: *Glass for Structural Applications - the development of the connection design*. CHALLENGING GLASS, p. 557-569 (2008).

[159] Hwang, Ruey-Lung; Shu, Shiu-Ya: *Building envelope regulations on thermal comfort in glass façade buildings and energy-saving potential for PMV-based comfort control.* BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 46, n.4, p.824-834 (2011).

[160] Gijon-Rivera, M.; Alvarez, G.; Beausoleil-Morrison, I.; Xaman, J.: *Appraisal of thermal performance of a glazed office with a solar control coating: Cases in Mexico and Canada*. BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 46, n.5, p. 1223-1233 (2011).

[161] Qahtan, Abdultawab; Keumala, Nila; Rao, S. P.; Abdul-Samad, Zulkiflee: *Experimental determination of thermal performance of glazed facades with water film, under direct solar radiation in the tropics*. BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 46, n. 11, p. 2238-2246 (2011).

[162] Gasparella, Andrea; Pernigotto, Giovanni; Cappelletti, Francesca; Romagnoni, Piercarlo; Baggio, Paolo: *Analysis and modelling of window and glazing systems energy performance for a well insulated residential building.* ENERGY AND BUILDINGS, VL 43, n. 4, p.1030-1037 (2011).

[163] Noh-Pat, F.; Xaman, J.; Alvarez, G.; Chavez, Y.; Arce, J.: *Thermal analysis for a double glazing unit with and without a solar control film (SnS-Cu(x)S) for using in hot climates.* ENERGY AND BUILDINGS, VL 43, n. 2-3, p. 704-712 (2011).

[164] Hassouneh, K.; Alshboul, A.; Al-Salaymeh, A.: *Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman.* ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, VL 51, n.8, p.1583-1591 (2010).

[165] Lollini, R.; Danza, L.; Meroni, I.: *Energy efficiency of a dynamic glazing system*. SOLAR ENERGY, VL 84, n.4, p.526-537 (2010).

[166] Chow, Tin-tai; Li, Chunying; Lin, Zhang: *Innovative solar windows for cooling-demand climate*. SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS, VL 94, n.2, p.212-220 (2010).

[167] Bai, Li; Qi, Zishu: *Study on Thermal Characteristics and Influence Factors of Buildings With Glass-Wall.* Fifth International Workshop on Energy And Environment of Residential Buildings and Third International Conference on Built Environment And Public Health, Vol I And Ii, Proceedings, P.1486-1493, (2009).

[168] Poirazis, Harris; Blomsterberg, Ake; Wall, Maria: *Energy simulations for glazed office buildings in Sweden*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n.7, p.1161-1170 (2008).

[169] Yu, Jinghua; Yang, Changzhi; Tian, Liwei: *Low-energy envelope design of residential building in hot summer and cold winter zone in China*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n. 8, p.1536-1546 (2008).

[170] Yu, Jinghua; Yang, Changzhi; Tian, Liwei; Liao, Dan: *Energy performance of window system in residential buildings*. FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, PROCEEDINGS VOLS 1-3, p. 200-207 (2008).

[171] Siebert, Barbara; Maniatis, Iris: *Glass constructions - Applications in Germany*. CHALLENGING GLASS, Conference on Architectural and Structural Applications of Glass, p.119-125 (2008).

[172] Kim, Kwangho; Kim, Byungseon Sean; Park, Sanghyun: Analysis of design approaches to improve the comfort level of a small glazed-envelope building during summer. SOLAR ENERGY, VL 81, n.1, p.39-51 (2007).

[173] Bouden, Chiheb: *Influence of glass curtain walls on the building thermal energy consumption under Tunisian climatic conditions: The case ofadministrative buildings.* RENEWABLE ENERGY, VL 32, n.1, p.141-156 (2007).

[174] Chow, Tin-Tai; Li, Chunying; Lin, Zhang: *The function of solar absorbing window as water-heating device*. BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 46, n.4, p. 955-960 (2011).

[175] Bessoudo, M.; Tzempelikos, A.; Athienitis, A. K.; Zmeureanu, R.: *Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices - Part I: Experiments and building thermal model.* BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 45, n.11, p.2506-2516 (2010).

[176] Bessoudo, M.; Tzempelikos, A.; Athienitis, A. K.; Zmeureanu, R.: *Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices - Part II: Thermal comfort simulation and impact of glazing and shading properties.* BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 45, n.11, p.2517-2525 (2010).

[177] Chua, Kian Jon; Chou, Siaw Kiang: *Evaluating the performance of shading devices and glazing types to promote energy efficiency of residential buildings.* BUILDING SIMULATION VL 3, n.3, p.181-194 (2010).

[178] Jonsson, Andreas; Roos, Arne: *Evaluation of control strategies for different smart window combinations using computer simulations*. SOLAR ENERGY, VL 84, n.1, p.1- 9 (2010).

[179] Simmler, Hans; Binder, Bruno: *Experimental and numerical determination of the total solar energy transmittance of glazing with venetian blind shading.* BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 43, n.2, p.197-204 (2008).

[180] Xu, Xiao-li; Yang, Zhao: *Natural ventilation in the double skin facade with venetian blind.* ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n. 8, p.1498-1504 (2008).

[181] Arici, Muesluem; Karabay, Hasan: *Determination of optimum thickness of double-glazed windows for the climatic regions of Turkey*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 42, n.10, p. 1773-1778 (2010).

[182] Saeli, Manfredi; Piccirillo, Clara; Parkin, Ivan P.; Binions, Russell; Ridley, Ian: *Energy modelling studies of thermochromic glazing*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 42, n.10, p.1666-1673 (2010).

[183] Parkin, Ivan P.; Binions, Russell; Piccirillo, Clara; Blackman, Christopher S.; Manning, Troy D.: *Thermochrornic Coatings for Intelligent Architectural Glazing*. Journal of Nano Research, VL 2, n.1 (2008).

[184] Piccolo, A.: *Thermal performance of an electrochromic smart window tested in an environmental test cell*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 42, n.9, p.1409-1417 (2010).

[185] Gueymard, Christian A.; duPont, William C.: *Spectral effects on the transmittance, solar heat gain, and performance rating of glazing systems*. SOLAR ENERGY, VL 83, n.6, p.940-953 (2009).

[186] Hamza, Neveen: *Double versus single skin facades in hot and areas*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n.3, p.240-248 (2008).

[187] Bahaj, AbuBakr S.; James, Patrick A. B.; Jentsch, Mark F.: *Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot arid climates*. ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n.5, p.720-731 (2008).

[188] Kaushika, N. D.; Mozumder, A.: *Recent Developments in Materials and Components for Solar Passive Buildings*. Fifth International Workshop on Energy And Environment of Residential Buildings and Third International Conference on Built Environment And Public Health, Vol I And Ii, Proceedings, p. 1414-1423 82009).

[189] Gutierrez, Gustavo; Aponte, Josean: *Development of a Passive Cooling Panel For Residential Buildings, Integrated Into a Novel "Magnetic/Pcm" Ground Coupled Flat Heat Pipe.Imece 2008: Heat Transfer, Fluid Flows, And Thermal Systems*, Vol 10, Pts A-C, P.1643-1647 (2009).

[190] Omer, Abdeen Mustafa: *Renewable building energy systems and passive human comfort solutions*. RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, VL 12, n.6, p.1562-1587 (2008).

[191] Hatamipour, M. S.; Abedi, A.: *Passive cooling systems in buildings: Some useful experiences from ancient architecture for natural cooling in a hot and humid region*. ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, VL 49, n.8, p.2317-2323 (2008).

[192] Fung, Tady Y. Y.; Yang, H.: *Study on thermal performance of semi-transparent building-integrated photovoltaic glazings.* ENERGY AND BUILDINGS, VL 40, n.3, p.341-350 (2008).

[193] Selkowitz, Stephen: *Progress Towards Highly Efficient Windows for Zero-Energy Buildings*. PHYSICS OF SUSTAINABLE ENERGY: USING ENERGY EFFICIENTLY AND PRODUCING IT RENEWABLY SE AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, VL 1044, p.112-123 (2008).

[194] Balaras, Constantinos A.; Gaglia, Athina G.; Georgopoulou, Elena; Mirasgedis, Sevastianos; Sarafidis, Yiannis; Lalas, Dimitris P.: *European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings.* BUILDING AND ENVIRONMENT, VL 42, n.3, p.1298-1314 (2007).

[195] Hashemi, N.; Fayaz, R.; Sarshar, M.: *Thermal behaviour of a ventilated double skin facade in hot arid climate.* ENERGY AND BUILDINGS, VL 42, n.10, p. 1823-1832 (2010).

[196] Gosselin, Jennifer R.; Chen, Qingyan: *A dual airflow window for indoor air quality improvement and energy conservation in buildings*: HVAC&R RESEARCH, VL 14, n.3, p.359-372 (2008).

[197] Buratti, Cinzia; Moretti, Elisa: *Lighting and Energetic Characteristics of Transparent Insulating Materials: Experimental Data and Calculation*. INDOOR AND BUILT ENVIRONMENT, VL 20, n.4, p. 400-411 (2011).

[198] Ozkan, Derya B.; Onan, Cenk: *Optimization of insulation thickness for different glazing areas in buildings for various climatic regions in Turkey*. APPLIED ENERGY, VL 88, n.4, p.1331-1342 (2011).

[199] Kaynakli, O.: *A study on residential heating energy requirement and optimum insulation thickness*. RENEWABLE ENERGY, VL 33, n.6, p.1164-1172 (2008).

[200] Heim, Dariusz: *Isothermal storage of solar energy in building construction.* RENEWABLE ENERGY, VL 35, n. 4, p.788-796 (2010).

[201] Zebergs, Viktors; Zeltins, Namejs; Davis, Adrians; Vrublevskis, Visvaldis: *Methodological Problems of Evaluation of The Building Envelopes Depending on Their Thermal Inertia and Balance Temperature.* Fifth International Workshop on Energy and Environment of Residential Buildings and Third International Conference on Built Environment And Public Health, Vol I And Ii, Proceedings, P.1385 -1394, (2009).

[202] Saraiva, Jorge A. G.: Aerodinâmica dos Edifícios Altos. *Características do escoamento e resposta à turbulência de formas prismáticas*. Tese. LNEC, Lisboa 1983.

Saraiva, Jorge A. G.; da Silva, Francisco A. Gonçalves; da Silva, Fernando Marques: *Condições Climáticas e anos Típicos*. Tese. LNEC, Lisboa.

[203] Oliveira, A; Maldonado: *Thermal Comfort Evaluation in Passive Solar Buildings*, CEC PASSYS Meeting, Sophia-Antipolis 1987.

[204] Figure 1, Page 25.1 Thermal and Water Vapor Transmission Data - 2001 ASHRAE Handbook of Fundamentals.

[205] C. Pina dos Santos, L. Matias (2006). Coeficiente de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios – ITE 50 LNEC, Lisboa.

[206] J. Vasconcelos Paiva, Pina dos Santos: *ITE 11 Caracterização térmica de pavimentos prefabricados*, 4ª Ed. LNEC, Lisboa, 2008.

[207] J. Vasconcelos Paiva, Pina dos Santos: *ITE 12 Caracterização térmica de paredes de alvenaria*, 7ª e 8ª Ed. LNEC, Lisboa, 2008.

[208] Mendonça, Paulo: PDF Anexo 1, *Habitar sob uma segunda pele : estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados*, Tese de Doutoramento (2005).

[209] SAINT-GOBAIN GLASS Portugal*: Manual do Vidro,* Edição 2000.

[210] © 2005 Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, Portugal. http://www.ineti.pt Pag 52 do manual - EnergyPlus Auxiliary Programs,. Site energyplus data
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm

[211] Chvatal, K.: Relação entre o Nível de Isolamento Térmico da Envolvente dos Edifícios e o Potencial de Sobreaquecimento no Verão. Tese de Doutoramento. Porto, 2006.

Universidade Técnica de Lisboa

Faculdade de Arquitectura

CD: Anexos Capítulo II (2.1) e Capítulo III (3.1)

"Sistemas Solares Passivos na Arquitectura em Portugal"
Os Envidraçados nos Edifícios Residenciais em Lisboa

Márcia Cristina Pereira Tavares

2012

Documento Definitivo

Universidade Técnica de Lisboa

Faculdade de Arquitectura

CD: Anexo 4.1 – BASE DE DADOS

"Sistemas Solares Passivos na Arquitectura em Portugal"
Os Envidraçados nos Edifícios Residenciais em Lisboa

Márcia Cristina Pereira Tavares

2012

Documento Definitivo

Universidade Técnica de Lisboa

Faculdade de Arquitectura

CD: Anexo 4.2 – Manual Resultados Temperatura

"Sistemas Solares Passivos na Arquitectura em Portugal"
Os Envidraçados nos Edifícios Residenciais em Lisboa

Márcia Cristina Pereira Tavares

2012

Documento Definitivo